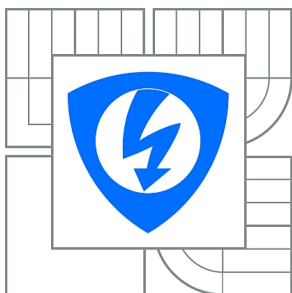




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

## **VIDEO TELEFON**

VIDEO DOORPHONE

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**Bc. MIROSLAV HORYNA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**doc. Ing. PAVEL ŠTEFFAN, Ph.D.**

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor  
**Mikroelektronika**

**Student:** Bc. Miroslav Horyna

**Ročník:** 2

**ID:** 140229

**Akademický rok:** 2014/2015

**NÁZEV TÉMATU:**

**Video telefon**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Realizujte dveřní video telefon na platformě Raspberry Pi s přenosem obrazu do dvou podřízených jednotek. K propojení jednotek využijte bezdrátovou lokální síť. Vytvořte systém pro snímání obrazu i za šera a tmy. Navrhněte a realizujte způsob komunikace mezi hlavní a podřízenými jednotkami. Pro podřízené jednotky zvažte použití tabletu se systémem Android. Realizujte funkci, která umožní po zazvonění zaznamenat přítomného člověka a tento záznam přenést na vzdálený server.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce

**Termín zadání:** 10.2.2015

**Termín odevzdání:** 19.8.2015

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Pavel Šteffan, Ph.D.

**Konzultanti diplomové práce:**

**prof. Ing. Vladislav Musil, CSc.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá návrhem dveřního video telefonu na platformě Raspberry Pi. Je zde popsána platforma Raspberry Pi, modul Raspberry Pi Camera, operační systémy pro Raspberry Pi a popis instalace a nastavení softwaru. Dále je zde popsán návrh a popis programů vytvořených pro dveřní video telefon a návrh přídatných modulů.

## **Klíčová slova**

Dveřní video telefon, Raspberry Pi, kamera, Wi-Fi adaptér, Python, Server, Klient, Skript

## **Abstract**

This thesis deals with door video phone on the platform Raspberry Pi. There is described the platform Raspberry Pi, Raspberry Pi Camera module, operating systems for Raspberry Pi and described installing and configuring the software. Next is described the concept and description of programs created for door video phone and design of additional modules.

## **Keywords**

Door video phone, Raspberry Pi, camera, Wi-Fi adapter, Python, Server, Client, Script

## **Bibliografická citace:**

HORYNA, M. *Video telefon*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2015. 75 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Pavel Šteffan, Ph.D.

## Prohlášení

Prohlašuji, že svojí diplomovou práci na téma „**Video telefon**“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 19. srpna 2015

.....  
podpis autora

## Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Pavlu Šteffanovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne 19. srpna 2015

.....  
podpis autora

Výzkum popsáný v této diplomové práci byl realizován v laboratořích podpořených projektem Centrum senzorických, informačních a komunikačních systémů (SIX); registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operačního programu Výzkum a vývoj pro inovace.

# Obsah

Úvod .....	9
1 Raspberry Pi .....	10
1.1 Modely a konfigurace .....	11
1.1.1 Model A .....	11
1.1.2 Model A+ .....	12
1.1.3 Model B.....	13
1.1.4 Model B+ .....	14
1.1.5 Raspberry Pi 2 model B .....	15
1.1.6 Výpočetní modul .....	16
1.2 Příslušenství .....	17
1.2.1 Raspberry Pi Camera modul .....	18
1.2.2 Raspberry Pi rozšiřující GPIO port.....	20
1.3 Software .....	20
1.3.1 Raspbian.....	21
1.3.2 Distribuce založené na Linuxu.....	22
1.3.3 RISC OS.....	23
2 Instalace systému a ovladačů .....	24
2.1 Instalace a základní nastavení OS .....	24
2.2 Nejčastěji používané konzolové příkazy .....	25
2.3 Ovladače pro kameru a Wi-Fi adaptér .....	26
2.4 Instalace potřebného softwaru .....	28
3 Návrh a realizace softwaru zařízení .....	29
3.1 Software pro kamerovou jednotku.....	30
3.1.1 HTTP server .....	31

3.1.2	WebSocket server .....	34
3.1.3	Broadcast.....	34
3.1.4	Socket server .....	37
3.1.5	TakeImage.....	38
3.1.6	Osvětlení .....	39
3.1.7	Hlavní funkce Main .....	39
3.2	Software pro zobrazovací jednotky .....	43
3.3	Aplikace pro systém Android .....	45
4	Návrh a realizace přídatného hardwaru zařízení .....	47
4.1	Modul osvětlení .....	48
4.2	Porovnání kamer při různém osvětlení .....	50
4.3	Modul napájení .....	53
4.4	Spotřeba zařízení.....	57
5	Závěr.....	59
	Seznam literatury .....	60
	Seznam obrázků.....	62
	Seznam tabulek .....	64
	Seznam symbolů a zkratk .....	65
	Seznam příloh .....	67



## Úvod

Dveřní video telefony jsou již v dnešní době standardní součástí projektů nových, případně rekonstruovaných rodinných domů, a stále častěji se stávají součástí i starých domů nebo bytů. Dveřní video telefon nám ušetří spoustu pochůzek za účelem zjistit, kdo u nás zvonil. Dveřní video telefony se nemusejí starat pouze o naše pohodlí, ale mohou sloužit i jako významný bezpečnostní prvek. Dveřní video telefon nám umožňuje podívat se, co se děje před objektivem kamery, aniž bychom museli vycházet z domu.

Cílem práce je navrhnout funkční dveřní video telefon, který bude používán ve dvoupodlažním rodinném domě, kde v každém podlaží bude jedna zobrazovací jednotka. Každá ze zobrazovacích jednotek bude mít možnost spustit venkovní jednotku s kamerou. Jako další zobrazovací jednotky bude možné použít smartphone, tablet a počítač.

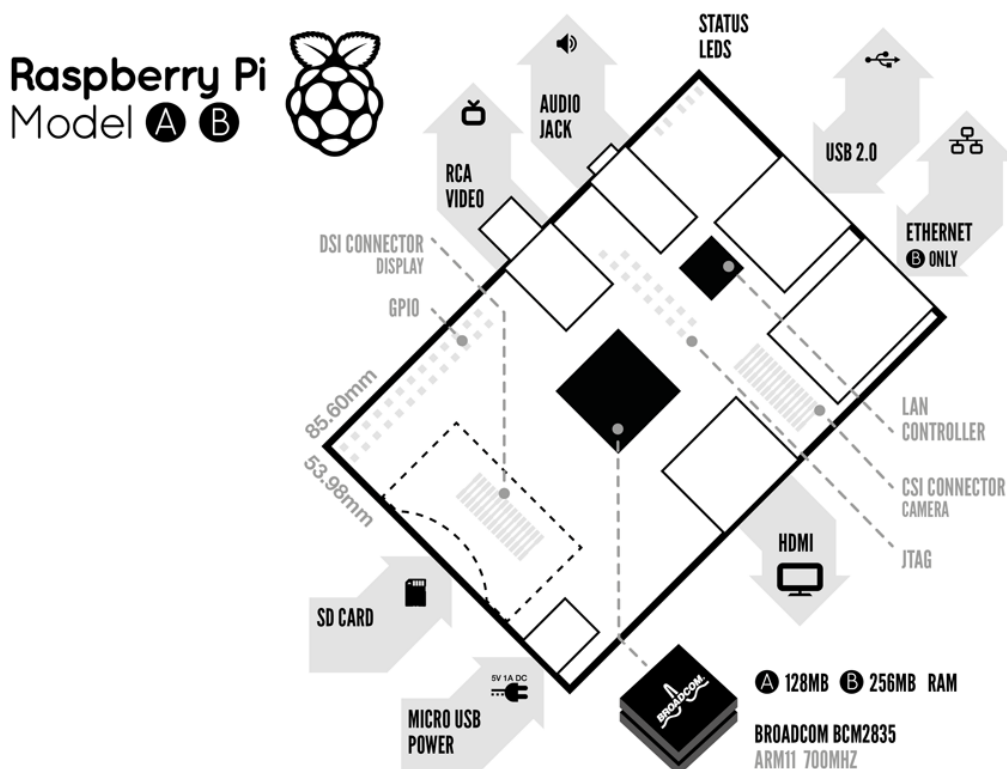
Zaměříme se na dveřní video telefon, který je, podle zadání, postaven na platformě Raspberry Pi a kamerovém modulu Raspberry Pi Camera. Platforma Raspberry Pi je založena na procesoru ARM11 a nejnověji na ARMv7, který podporuje operační systémy Linuxových distribucí. Vznik platformy Raspberry Pi měl od začátku za cíl rozšířit výuku programování a poskytnout výkonný hardware mladým studentům. Z tohoto důvodu bylo hlavní podmínkou vyvinout výkonný a zároveň levný hardware, čehož bylo dosaženo. Základní model A+ Raspberry Pi je k dostání v přepočtu za 560 Kč, model B+ za 890 Kč a nejnovější Raspberry Pi2 model B+ za 960 Kč.

Jednou z hlavních částí navrhovaného dveřního video telefonu je i modul Raspberry Pi Camera. Tento modul nám umožní zaznamenávat a snímat obraz na Raspberry Pi. S pomocí dále navrženého osvětlovacího modulu bude umožněno snímat obraz i za zhoršených světelných podmínek.

# 1 Raspberry Pi

Raspberry Pi jsou levné a malé počítače o velikosti kreditní karty. Připojují se k monitoru klasického počítače nebo k televizi a k ovládání používají standardní klávesnici a myš. Jedná se o malé přístroje, které umožňují lidem všech věkových kategorií prozkoumat možnosti moderních výpočetních technologií a naučit se programovat v různých programovacích jazycích. Zvládají vše, co se dá očekávat od stolního počítače, od prohlížení internetových stránek a přehrávání videa ve vysokém rozlišení, přes kancelářské aplikace zpracování textu nebo tabulkový procesor až po hraní her. Tyto programy se spouští v upravených Linuxových distribucích, případně multimediálním centru XBMC. Používá se i v široké škále projektů a to díky rozšiřujícímu GPIO portu, pomocí kterého je možné ovládat například servomotory nebo vyhodnocovat různá čidla a mnoho jiného.[1]

Platformu Raspberry Pi vyvíjí vzdělávací nadace s názvem „The Raspberry Pi Foundation“ se sídlem ve Velké Británii s cílem prosadit vzdělávání dospělých a dětí v oblasti počítačů, počítačových věd a příbuzných oborů. [1]



Obr. 1 - Raspberry Pi [2]

## 1.1 Modely a konfigurace

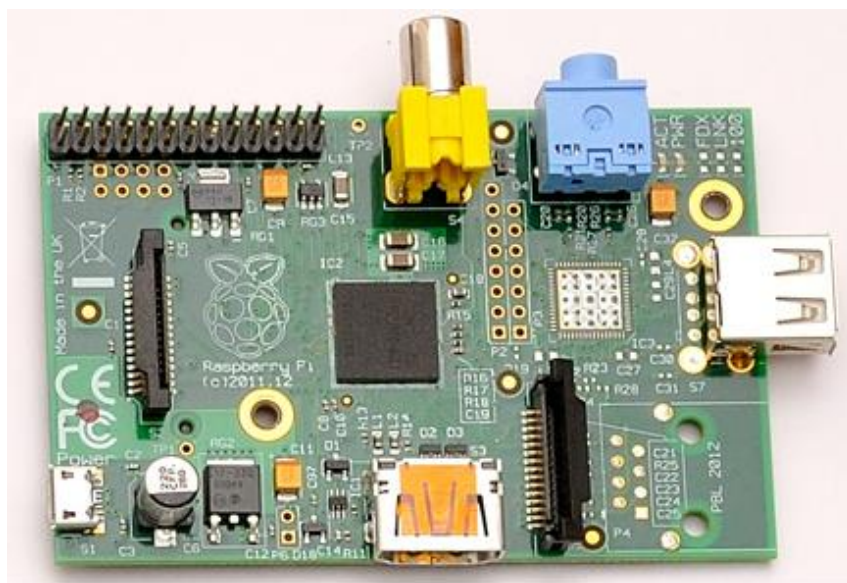
Existuje šest modelů Raspberry Pi. Jedná se o model A, model A+, model B, model B+, výpočetní modul, který je k dispozici pouze jako součást vývojového kitu a Raspberry Pi 2 model B. Prvních pět modelů využívá totožný SoC (System on Chip), jímž je procesor Broadcom BCM2835 z rodiny ARM11, s integrovaným grafickým procesorem VideoCore IV. Nejnovější Raspberry Pi 2 model B využívá novější čtyřjádrový procesor Broadcom BMC2836 ARM Cortex-A7 a grafický procesor VideoCore IV s 3D akcelerací. Všechny modely dále obsahují HDMI port, kompozitní video konektor, USB 2.0, audio výstup, rozšiřující GPIO port, CSI kamera konektor, DSI displej konektor, slot na SD kartu a napájecí mikro USB port. Všechny modely jsou napájeny 5 V. [1][2]

### 1.1.1 Model A

Model A je základním modelem. Obsahuje pouze společné komponenty a je postaven na desce plošných spojů o velikosti 85 x 56 x 15 mm, kterou sdílí i s modelem B. Model vyžaduje pro svou funkčnost proud 500 mA.

Obsahuje:

- 256 MB RWM paměti pro procesor
- Slot SD/MMC karty
- Jeden port USB 2.0
- 26 pinů rozšiřujícího portu [2]



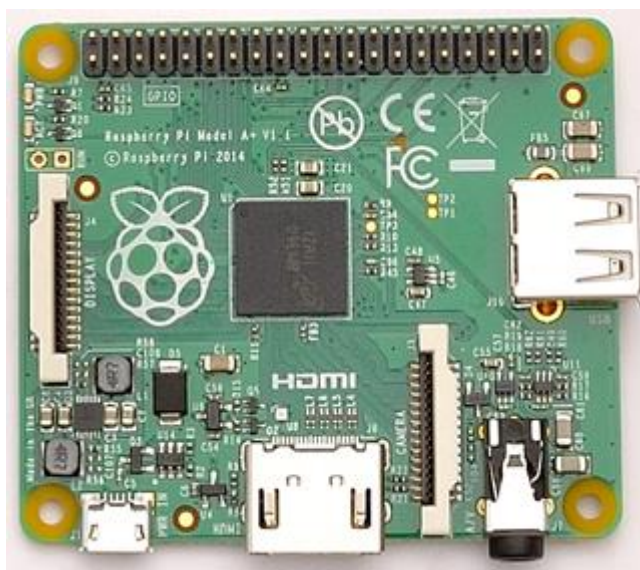
Obr. 2 - Model A [3]

### 1.1.2 Model A+

Model A+ byl vydán v listopadu 2014, je to úprava původního modelu A, která má zmenšenu desku plošných spojů na rozměry 65 x 56 x 15 mm a vyžaduje napájecí proud 500 mA.

Obsahuje:

- 256 MB RWM paměti pro procesor
- Slot pro mikro SD kartu
- Jeden port USB 2.0
- 40 pinů rozšiřujícího portu [2]



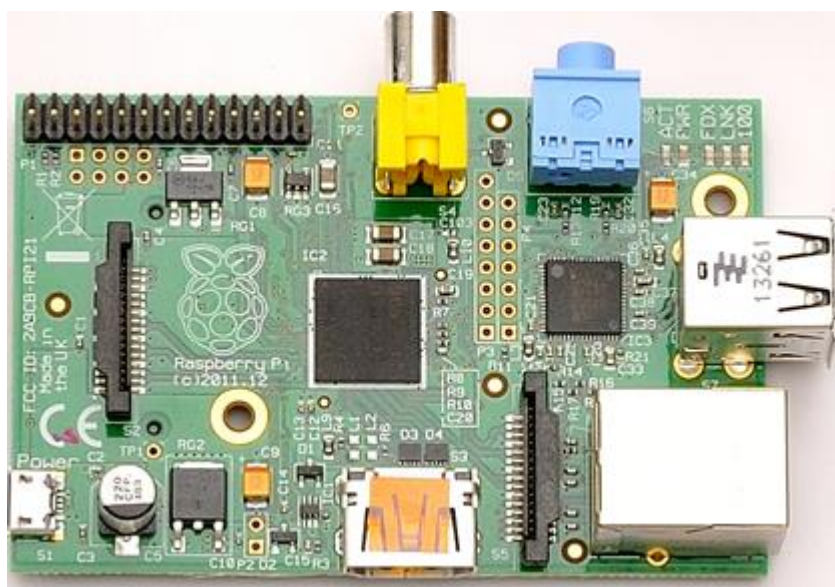
**Obr. 3 - Model A+ [3]**

### **1.1.3 Model B**

Model B zažil za svou životnost mnoho změn, nejdůležitější jsou revize 1 a revize 2. Revize 1 vznikla k prvnímu spuštění prodeje. Revize 2 zvýšila spolehlivost napájení a USB portů. Další menší změny v průběhu životnosti modelu B pomohly zlepšit výrobu nebo testování. Tento model potřebuje napájecí proud 700 mA.

Obsahuje:

- Rev. 1 256 MB/rev. 2 512 MB RWM paměti pro procesor
- Slot SD/MMC karty
- Dva porty USB 2.0
- 26 pinů rozšiřujícího portu
- Jeden ethernetový port RJ45 [2]



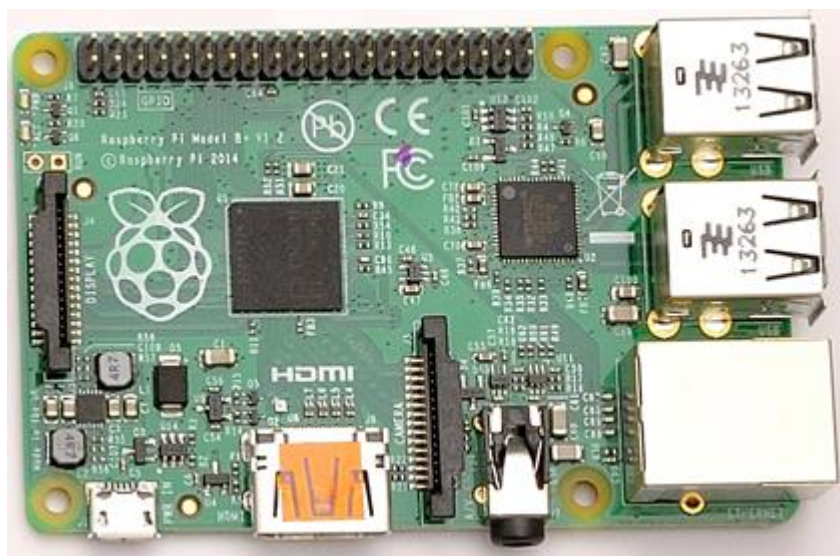
Obr. 4 - Model B [3]

### 1.1.4 Model B+

Model B+ byl vydán v červenci 2014. Přináší více portů USB a pinů rozšiřujícího GPIO portu. Odstraněn byl kompozitní video konektor a jeho funkce byla přesunuta do 3.5mm audio/video konektoru. Došlo ke zlepšení výkonu obvodu a k umožnění napájení náročnějších USB zařízení. Modelu B+ stačí pro svůj chod napájecí proud 500 mA, ale pokud připojíme na napájení náročné USB zařízení, je potřeba tento model napájet proudem o hodnotě 1000 mA. U tohoto modelu se očekává poslední nasazení procesoru Broadcom BCM2835.

Obsahuje:

- 512 MB RWM paměti pro procesor
- Slot pro mikro SD kartu
- Čtyři porty USB 2.0
- 40 pinů rozšiřujícího portu
- Jeden ethernetový port RJ45 [2]



Obr. 5 - Model B+ [3]

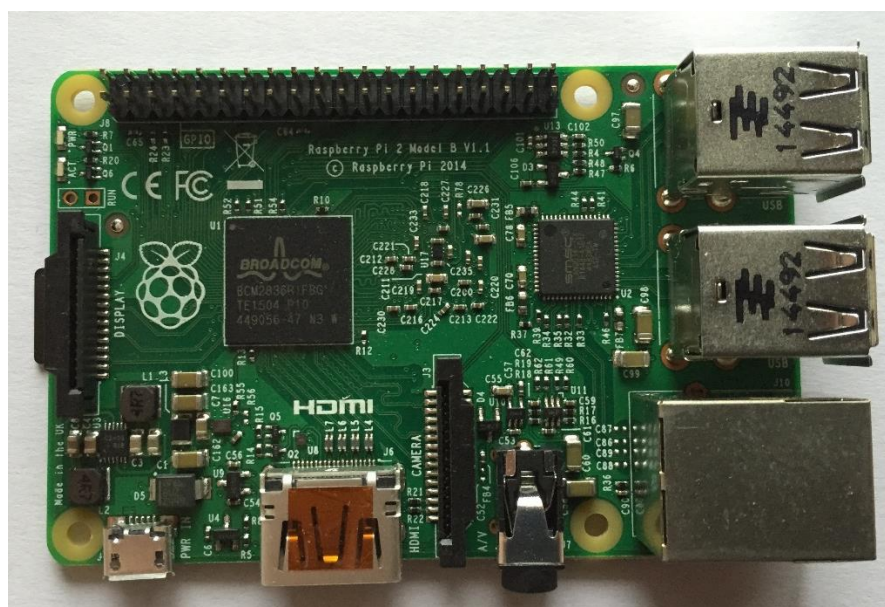
### 1.1.5 Raspberry Pi 2 model B

Raspberry Pi 2 model B je druhou generací mikro počítače Raspberry Pi. Byl vydán v únoru 2015 a nahrazuje originální Raspberry Pi model B+. Je postaven na 900 MHz čtyřjádrovém procesoru ARM Cortex-A7. Z důvodu použití procesoru ARMv7 je možné spustit plnohodnotnou ARM GNU/Linux distribuci, a také zde bude možné spustit nejnovější operační systém Microsoft Windows 10. Samozřejmostí je plná zpětná kompatibilita s Raspberry Pi model B+. Napájecí proud je 700 - 1000 mA.

Obsahuje:

- 1 GB RWM paměti pro procesor
- Čtyři USB 2.0 porty
- 40 pinů rozšiřujícího portu
- Full HDMI konektor
- Ethernetový konektor RJ45
- Slot pro mikro SD kartu [2]





Obr. 6 - Raspberry Pi 2 model B

### 1.1.6 Výpočetní modul

Tento modul je určen pro průmyslové využití. V podstatě vytváří malé zařízení obsahující procesor Broadcom BCM2835, 512 MB SDRAM paměti a 4 GB eMMC flash (viz obr. 7). Pro připojení využívá 200pinového DDR2 SODIMM konektoru. Veškeré funkce procesoru jsou vyvedeny na tento konektor včetně dvojice kamerového výstupu a dvojice displejového výstupu oproti modelům A, A+, B, B+, které mají vyveden pouze jeden od každého typu. [2]

Předpokládané využití by mělo být ve společnostech, které chtějí zkrátit vývoj nového produktu. Přičemž chtějí modifikovat a rozvíjet pouze základní desku a příslušné periferie. Těmto společnostem nabízí výpočetní modul procesor, paměť a úložiště společně s testovaným softwarem na jedné separátní desce. [2]

Modul je k dostání pouze společně s vývojovým kitem se základní deskou, zobrazenou na obr. 8, která má vyvedeny porty, rozšiřující piny a konektory pro kameru a displej. [2]





Obr. 7 - Výpočetní modul [3]



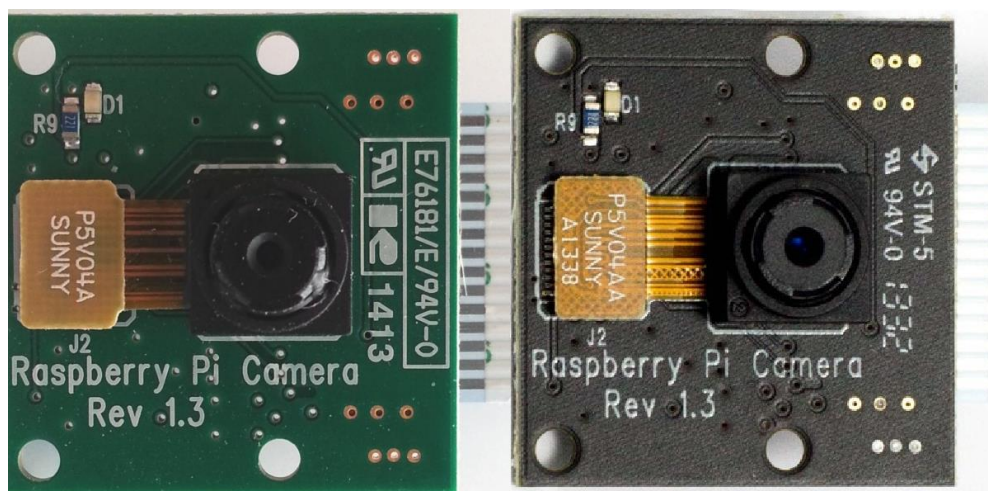
Obr. 8 - Vývojový kit pro výpočetní modul [3]

## 1.2 Příslušenství

Rozšířením pro Raspberry Pi může být jakákoli počítačová periferie, která je podporována operačním systémem Linux. Případně pomocí rozšiřujícího portu je možné připojit různé moduly, například ovládání servomotorů, čidla pro měření teploty vlhkosti a další. Díky portu USB 2.0 se připojují nezbytné periferie jako počítačová myš a klávesnice nebo externí pevný disk pro rozšíření kapacity úložiště, případně moduly rozšiřující konektivitu, například wireless adaptér. K Raspberry Pi je možné připojit jakýkoli počítačový

monitor, případně televizi, pomocí HDMI výstupu nebo výstupu kompozitního videa. Dalším rozšířením mohou být různé kamery, ať už webkamery připojené pomocí USB nebo speciální kamery vytvořené nadací The Raspberry Pi Foundation připojené do CSI kamera portu. [2]

### 1.2.1 Raspberry Pi Camera modul



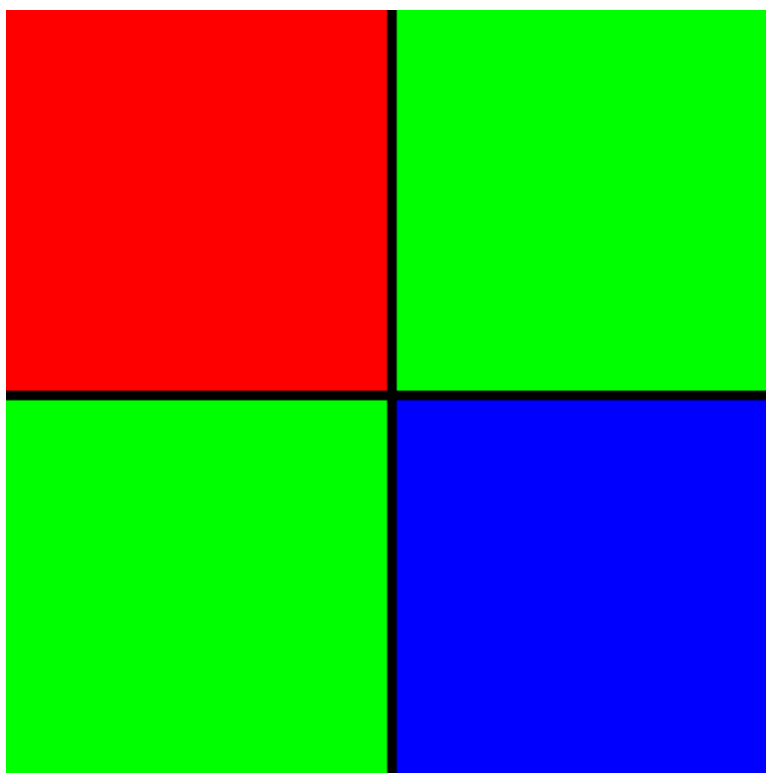
Obr. 9 - Raspberry Pi Camera a Raspberry Pi NoIR Camera [4][5]

Raspberry Pi Camera modul a Raspberry Pi NoIR Camera modul jsou speciálně navrženy pro Raspberry Pi. Zvládají snímat jak statické snímky, tak video sekvence. Připojují se pomocí 15 cm dlouhého plochého kabelu do CSI kamera portu. [2]

Kamerové moduly jsou velmi malé a lehké, měří 25 x 20 x 9 mm a váží 3 g. Z tohoto důvodu se hodí do mobilních aplikací, kde jsou důležité rozměry a hmotnost. Jsou sestaveny z DPS o rozměrech 25 x 20 x 9 mm, CMOS senzoru OmniVision OV5647 o rozměrech 3.67 x 2.74 mm a ohebného plochého 15žilového kabelu. Samotný snímací senzor má nativní rozlišení 5 megapixelů (2592 x 1944 pixelů) a pevné ohnisko objektivu. Kamera je schopna vytvářet statické snímky o tomto rozlišení a natáčet HD video o rozlišení 1920 x 1080 pixelů s frekvencí 30 fps. Šest dalších formátů snímání videa a jejich frekvence je uvedena v tabulce 1. Tento snímač má obrazové body uspořádané do Bayerovy masky, která je zobrazena na obr. 10. [2][6]

**Tabulka 1 - Formát a frekvence snímkování pro senzor OV5647 [6]**

Formát	Rozlišení [pixel]	Frekvence [fps]
5 Mp	2592 x 1944	15
1080p	1920 x 1080	30
960p	1280 x 960	45
720p	1280 x 720	60
VGA	640 x 480	90
QVGA	320 x 240	120



**Obr. 10 - Bayerova maska RGGB**

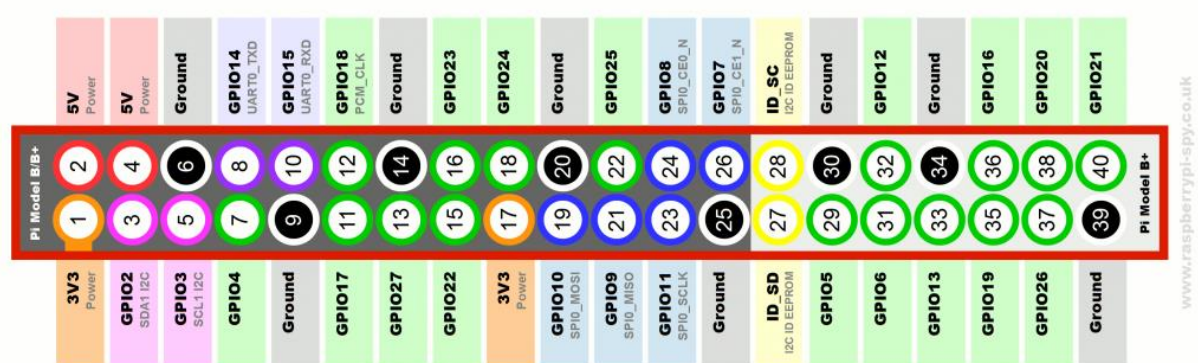
Raspberry Pi Camera je připojena pomocí již zmíněného 15žilového kabelu do portu CSI na desce Raspberry Pi. Rozhraní CSI je sériové rozhraní využívané pro přenos dat mezi digitální kamerou a zařízením. Rozhraní obsahuje řídící a datovou část. Datová část je pouze jednosměrná z kamery do zařízení a obsahuje i hodinový signál, obousměrná je řídící část, která je kompatibilní s I2C rozhraním. [7]

Raspberry Pi NoIR Camera poskytuje vše, co Raspberry Pi Camera, s jediným rozdílem, neobsahuje infračervený filtr. Což má za následek, že fotografie, které vyfotíme ve

dne, mají zvláštní podání barev. Současně je umožněno pořizovat velmi kvalitní fotografie a videa za šera a s infračerveným osvětlením i v noci. [4][5]

## 1.2.2 Raspberry Pi rozšiřující GPIO port

Rozšiřující port je umístěn v levém horním rohu desky Raspberry Pi. Tento port má u starších modelů 26 pinů a u novějších 40 pinů, které jsou rozmístěny do dvou řad po 13 případně 20 pinech s roztečí 2.54 mm. Každý pin portu GPIO má specifický účel. Rozložení prvních 26 pinů je totožné u všech modelů. Novější typy přidávají dalších 14 pinů. Zapojení a popis pinů je zobrazen na obr. 11. Některé piny mají integrované funkce pro přímé použití jako sběrnice UART, SPI a I<sup>2</sup>C. Sběrnice I<sup>2</sup>C je integrována na pinech 3 a 27 pro data, 5 a 28 pro hodinový signál, UART na pinech 8 pro příjem a 10 pro odesílání dat, SPI na pinech 19 a 38 pro signál MOSI, 21 a 35 pro signál MISO, 23 a 40 pro hodinový signál a 24 a 26 pro výběr podřízeného zařízení. [1][2]



Obr. 11 - Raspberry Pi GPIO layout[20]

## 1.3 Software

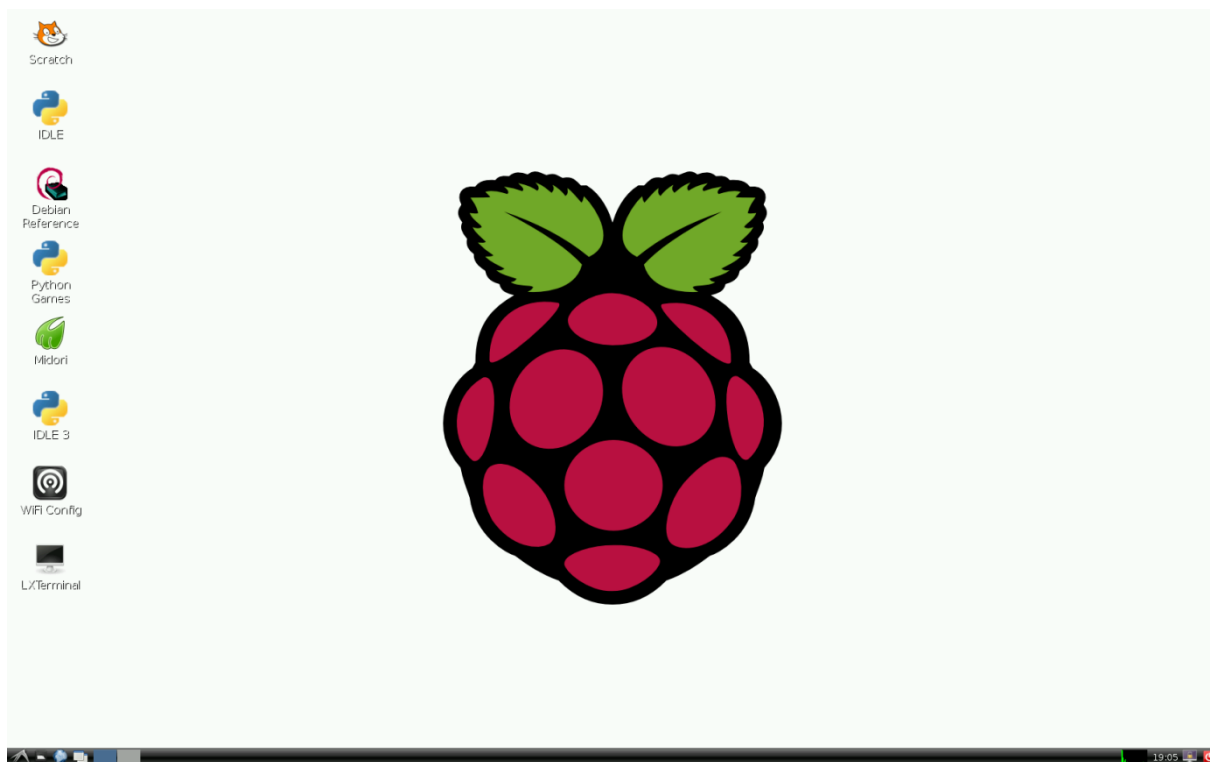
Jak již bylo řečeno v kapitole 1.1, jádrem systému Raspberry Pi je procesor typu SoC Broadcom BMC2835/BMC2836. Tento procesor se od procesorů, používaných v klasických stolních počítačích nebo noteboocích, neliší jen svým návrhem typu SoC, ale používá také jinou architekturu instrukční sady, která se označuje jako ARM. [2]

Architekturu ARM vyvinula v 80. letech minulého století společnost Acorn Computers, její použití v klasických počítačích je minimální, naproti tomu vyniká v mobilních zařízeních typu PDA, telefon, herní konzole. ARM je kombinací jednoduché architektury s redukovanou instrukční sadou (RISC) a nízké spotřeby energie, jež představuje pro mobilní zařízení mnohem výhodnější volbu než procesory stolních počítačů, vyznačující se vysokými nároky na napájení a architekturou s komplexní instrukční sadou (CISC).[8]

Raspberry Pi bylo navrhováno s předpokladem, že na něm bude fungovat operační systém s názvem GNU/Linux, který dále bude označován pouze jako Linux. Linux je operační systém typu open source, jehož kompletní zdrojový kód je možné jednoduše získat z internetu a je možné v něm cokoli měnit a upravovat. Což umožnilo standardní systém Linux rychle přizpůsobit pro Raspberry Pi v rámci procesu, který se nazývá portování. V současné době je naportováno několik distribucí systému Linux, a to Debian, Fedora Remix a Ubuntu. Systémy odvozenými od Linuxu pro Raspberry Pi jsou OpenELEC a RaspBMC. Další systém je RISC OS, který je vyvinut speciálně pro ARM procesory. Jednotlivé systémy se zaměřují na odlišné uživatelské požadavky, příkladem mohou být systémy OpenELEC a RaspBMC, které z Raspberry Pi vytvoří mediální centrum pro přehrávání hudby, videa a fotografií. [2][9][15]

### **1.3.1 Raspbian**

Raspbian je operační systém založený na Linuxové distribuci Debian a je optimalizován pro Raspberry Pi. Jedná se o základní distribuci, která nám umožňuje přístup k programovacím nástrojům pro jazyk Python verze 2 a 3 a Scratch. Z důvodu již předinstalovaných nástrojů byl tento systém vybrán pro tuto práci. Tato distribuce obsahuje integrované grafické prostředí LXDE zobrazené na obr. 12. Protože je Raspberry Pi určeno k výuce programování nalezneme na ploše ikony tří programovacích prostředí. Scratch je výukový grafický programovací jazyk určený jak dětem tak i dospělým, IDLE je prostředí pro programovací jazyk Python verze 2 a IDLE 3 je pro jazyk Python verze 3. Dále se zde nachází například internetový prohlížeč Midory nebo ikona LXTerminal pro spuštění konzole. [11]



Obr. 12 - Plocha prostředí LXDE systému Raspbian

### 1.3.2 Distribuce založené na Linuxu

Pidora vychází z distribuce Fedora Remix. Obsahuje softwarové balíčky z projektu Fedora upravené pro použití s procesorem typu ARMv6 a balíčky přizpůsobeného softwaru třetích stran pro procesory ARMv6. Obsahuje grafické prostředí XFCE. Tento systém byl vytvořen pro konkrétní zájmové skupiny, například pro umělce, pedagogy, vývojáře softwaru. [12]

Pro Raspberry Pi 2 model B je nyní možné získat dvě verze Linuxového systému, a to již kompletní Ubuntu MATE a Snappy Ubuntu Core, což je pouze jádro systému určené pro vývojáře. Ubuntu MATE vytvořili vývojáři Rohith Madhavan a Martin Wimpress. Jedná se o plnohodnotný desktopový operační systém vycházející z klasického Ubuntu na základě ARMhf. [2] [16]

Snappy Ubuntu Core je nové ztvárnění Ubuntu s transakčními aktualizacemi pro minimální serverový obraz, při poskytnutí stejných knihoven jako klasické Ubuntu, ale



aplikace jsou poskytovány prostřednictvím jednodušších mechanismů. Snappy aplikace i Ubuntu jádro mohou být modernizovány po částech. [17]

OpenELEC (Open Embedded Linux Entertainment Center) i RaspBMC jsou malé Linuxové distribuce založené na Debianu pro vytvoření XBMC mediálního centra z Raspberry Pi. Tyto systémy slouží pro pohodlné přehrávání multimediálního obsahu a ve spojení s Raspberry Pi poskytují ideální základ pro vytvoření levného HTPC zvládajícího přehrávat videa v rozlišení 1080p, spolupracují se síťovými disky, ze kterých přehrávají na nich uložený multimediální obsah. [13][14]

### **1.3.3 RISC OS**

RISC OS je operační systém speciálně navržený pro ARM procesor. RISC OS se poprvé objevil v roce 1987 jako operační systém pro počítače společnosti Acorn Computers Limited Archimedes. Tato společnost si pro svou řadu počítačů navrhla vlastní 32bitový RISC procesor, ARM (Acorn RISC Machine), protože žádný stávající procesor nebyl vhodný pro jejich potřeby.

RISC OS chce být nejvíce uživatelsky přátelský a stabilní operační systém v počítačovém světě. Na rozdíl od mnoha jiných desktopových operačních systémů se může většina z RISC OS nacházet v ROM, takže poškození operačního systému v důsledku chyby uživatele, nebo počítačového viru, je prakticky nemožné. Většina softwaru a ovladače jsou napsány v optimalizovaném assembleru pro ARM. Toto řešení pro architekturu ARM umožňuje, aby fungoval s minimálními nároky na paměť. [15]

## 2 Instalace systému a ovladačů

Jak již bylo řečeno dříve, Raspberry Pi je malý a levný počítač a jako takový potřebuje ke svému fungování operační systém. Pro účel této práce byla zvolena Linuxová distribuce Raspbian, která je popsána v kapitole 1.3.1. Raspberry Pi neobsahuje žádný pevný disk, jako datové úložiště je využívána SD karta, karta by měla mít minimální kapacitu 2 GB, na níž je třeba zapsat obraz operačního systému, který bude použit. Poté je potřeba provést základní nastavení systému, spuštěného již na Raspberry Pi, a také je třeba nainstalovat ovladače k použitému hardwaru, jako je modul kamery a Wi-Fi adaptér. Veškeré instalace a případné problémy byly řešeny pomocí oficiální dokumentace [2][9] případně pomocí Raspberry fóra [10].

### 2.1 Instalace a základní nastavení OS

Zápis operačního systému Raspbian byl proveden pomocí terminálu operačního systému Mac OS 10.10, který probíhal podle instrukcí v oficiální dokumentaci k Raspberry Pi.

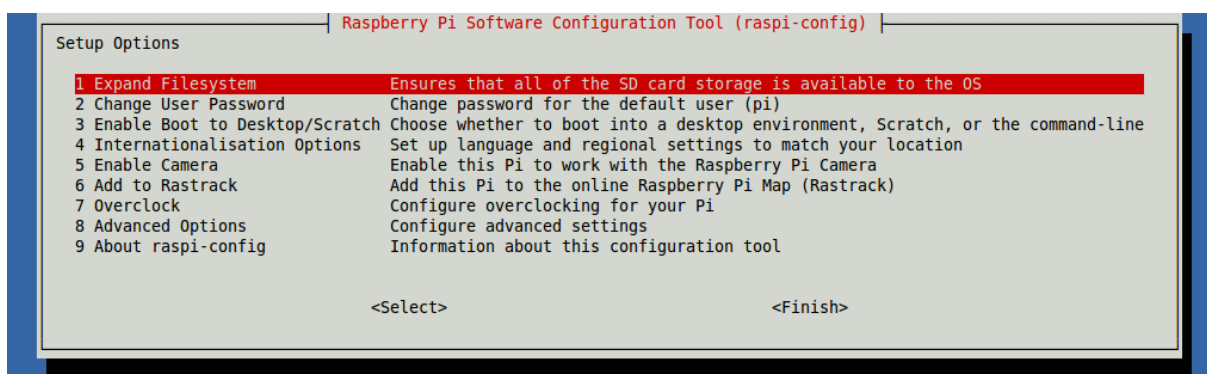
Postup zápisu je následovný. Vložíme SD kartu, byla použita karta o kapacitě 8 GB, do čtečky SD karet integrované v počítači a spustíme aplikaci Terminál. Poté již zadáváme první příkazy nutné k zápisu systému. Prvním příkazem zjistíme identifikaci disku. Následným příkazem odpojíme disk, což umožní zapsat bitovou kopii systému přímo na kartu. Poslední příkaz zapíše bitovou kopii na disk. Posloupnost příkazů pro terminál je uvedena níže.

```
diskutil list
diskutil unmountDisk /dev/disk3
sudo dd bs=1m if=2014-09-09-wheezy-raspbian.img of=/dev/disk3
```

Vyjmeme SD kartu a vložíme ji do Raspberry Pi, připojíme monitor k HDMI portu, k USB portům připojíme klávesnici, myš a Wi-Fi adaptér, do CSI konektoru připojíme Raspberry Pi Camera modul a připojíme i ethernetový kabel pro připojení na internet. Následně připojíme napájení pomocí mikro USB kabelu. Po připojení napájení se Raspberry



Pi automaticky spustí a načte operační systém zapsaný na kartě SD. Při prvním spuštění se načte konfigurační utilita, kterou můžeme posléze spustit příkazem `sudo raspi-config`, zobrazená na obr. 13. První řádek slouží k rozšíření souborového systému, což umožní využívat plnou kapacitu karty. Druhý ke změně přihlašovacího jména a hesla, každá nová instalace má nastaveno uživatelské jméno `pi` a heslo `raspberry`. Pro jednodušší přihlášení použijeme třetí řádek, kde nastavíme automatické spouštění z příkazového řádku na plochu grafického prostředí. Je nutno povolit používání kamery, k tomu slouží pátý řádek. Pomocí osmého řádku povolíme vnější připojení k Raspberry Pi pomocí SSH komunikace. Pro lepší zobrazení obsahu je třeba ještě pomocí osmého řádku vypnout Overscan. Konfigurační utilita také nabízí například možnost přetaktovat procesor, upravit jeho frekvenci a napájení.



**Obr. 13 - Konfigurační utilita**

Po dokončení nastavení a restartu Raspberry Pi máme k dispozici plně funkční minipočítač. Po připojení k internetu je třeba provést aktualizaci systému zadáním následujících příkazů do terminálové konzole.

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

## 2.2 Nejčastěji používané konzolové příkazy

`apt-get` nástroj sloužící pro správu softwaru  
`install` příkaz pro instalaci softwaru  
`cd` iniciálová zkratka pro změnu adresáře  
`chmod +x` umožní přímé spouštění scriptu

`git clone` zkopíruje repozitář

`nano` textový procesor

`sudo` spustí dále zadané příkazy jako administrátor

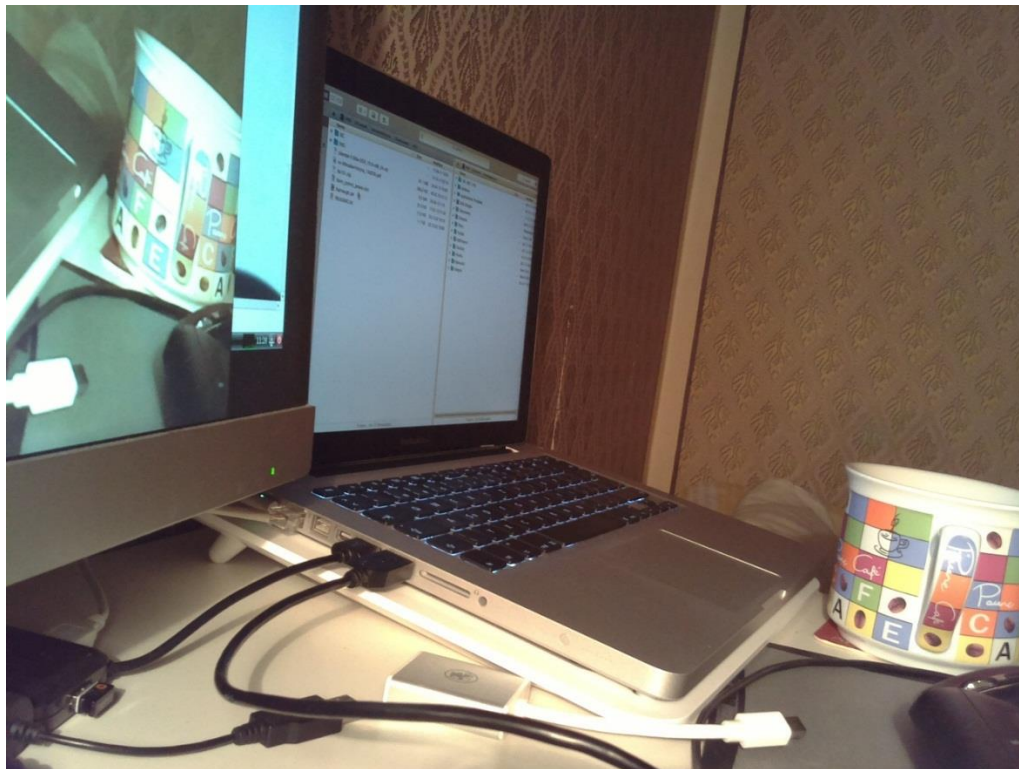
## 2.3 Ovladače pro kameru a Wi-Fi adaptér

Nyní již můžeme přistupovat k datům z kamery pomocí programů `raspivid` a `raspistill`. Pro další práci s kamerou je třeba nainstalovat oficiální ovladač kamery. Ten umožní připojit kameru jako viditelné zařízení `/dev/video0`. Ovladač nainstalujeme a spustíme příkazem v konzoli.

```
sudo modprobe bcm2835-v4l2
```

Poté ověříme funkčnost kamery vytvořením fotografie pomocí příkazu níže. Výsledná fotografie je na obr. 14.

```
raspistill -v -o test.jpg
```



Obr. 14 - Fotografie ověřující funkčnost

Pro správnou instalaci ovladače USB Wi-Fi adaptéru je třeba zjistit, jestli je podporován Linuxovými systémy. Jsou-li Linuxové systémy podporovány, je třeba zjistit název čipové sady, na které je adaptér postaven, kvůli nainstalování správného ovladače firmwaru. Tato informace se zobrazí po zadání příkazu `dsmege | grep ^usb` do konzolového okna. Zobrazí se výpis vyrovnávací paměti jádra, omezený pouze na připojené USB zařízení, vyhledáme název zařízení a o pár řádků níže je již napsána informace názvu čipové sady adaptéru. V této práci použitý bezdrátový adaptér „Tenda W311MI“ používá čipovou sadu Ralink. Nyní můžeme nainstalovat ovladač Wi-Fi adaptéru pomocí následujících příkazů.

```
apt-cache search firmware-ralink
sudo apt-get install firmware-ralink
```

Nyní máme nainstalován firmware. Před připojením do sítě je třeba upravit soubor `/etc/network/interface`, kam zadáme automatické připojování pomocí adaptéru, dynamické získávání IP adresy a odkaz na soubor, ve kterém jsou uvedeny přihlašovací údaje sítě. Soubor `interface` otevřeme pomocí textového procesoru zadáním příkazu:

```
sudo nano /etc/network/interface
```

Data přidáváme na konec souboru a ve formátu uvedeném níže. Soubor poté uložíme.

```
auto wlan0
iface wlan0 inet dhcp
wpa-conf /etc/wpa.conf
```

Vytvoříme soubor `wpa.conf` zadáním příkazu `sudo nano /etc/wpa.conf`. Na první dva řádky zadáme SSID identifikaci sítě, ke které se chceme připojit. Na následující dva řádky napíšeme, s jakým šifrováním síť pracuje a heslo sítě. Výsledný soubor uložíme. Pro mou síť vypadá tento soubor následovně:

```
network={
    ssid="TP-LINK_2.4GHz"
    key_mgmt=WPA-PSK
    psk="Password1"
}
```

Připojení k síti pomocí bezdrátového adaptéru se po restartu provede automaticky nebo můžeme připojení spustit příkazem `sudo ifup wlan0`.

## 2.4 Instalace potřebného softwaru

Pro správné fungování vytvářené práce je třeba doinstalovat knihovny pro programovací jazyk Python, Dropbox Uploader a také webový prohlížeč Iceweasel. Konkrétně se jedná o knihovny pro práci s kamerovým modulem, rozšiřujícím portem, webovým serverem a dalšími nástroji. Níže jsou uvedeny příkazy pro doinstalování potřebného softwaru. [18][19]

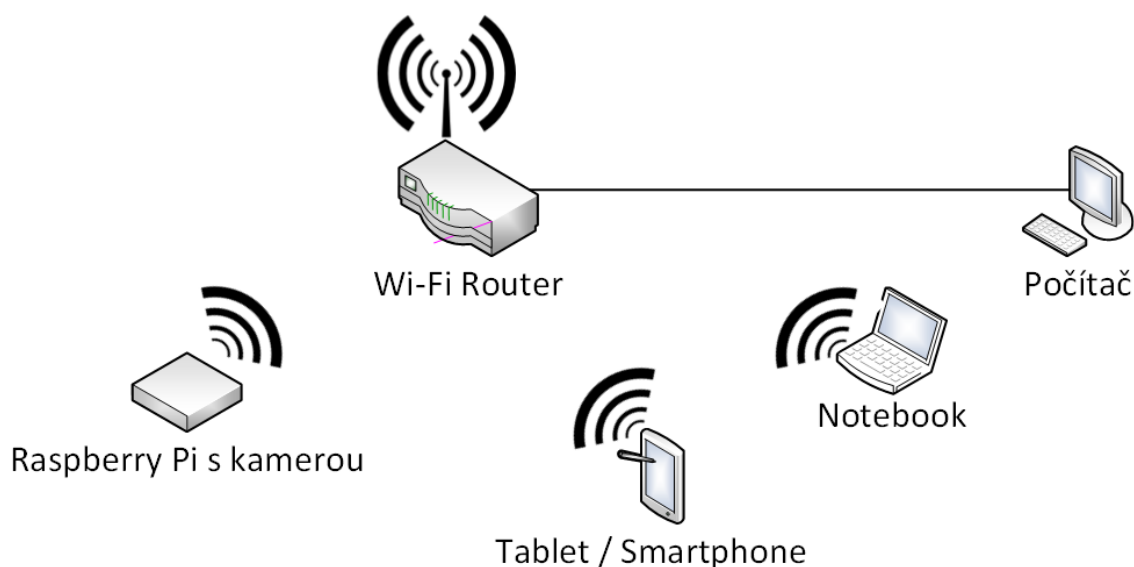
```
sudo apt-get install libav-tools git python-setuptools python-pip
sudo apt-get install python-picamera python-dev python-rpi.gpio
sudo pip install ws4py
sudo apt-get install iceweasel
git clone https://github.com/andreafabrizi/Dropbox-Uploader/
chmod +x dropbox_uploader.sh
```

### 3 Návrh a realizace softwaru zařízení

Úkolem práce je vytvořit zařízení, které bude sloužit jako dveřní video telefon, založený na platformě Raspberry Pi. Jednou ze specifikací je přenos obrazu do dvou podřízených zařízení. K realizaci je využit počítač Raspberry Pi model B+, Raspberry Pi Camera modul, notebook s operačním systémem Mac OSX 10.10.5 a smartphone s operačním systémem Android.

Navržené zařízení přenáší obraz, získaný z kamerového modulu Raspberry Pi, do dalších zařízení sloužících jako zobrazovací jednotky. Raspberry Pi s kamerovým modulem zpracovává obrazové informace poskytnuté snímacím senzorem, které následně odešle. Zobrazovací jednotky slouží k příjmu a zpracování dat, která následně zobrazí. Pro přenos dat je využito lokální síť LAN. Přenos dat je zahajován po stisknutí tlačítka na hlavní jednotce s kamerou nebo po přímém připojení zobrazovacích jednotek. Díky přenosu přes LAN je počítáno s jednoduchým rozšířením o další zařízení jako je tablet, smartTV nebo počítač. Blokové schéma síťového propojení je zobrazeno na obr. 15. Jednotka s kamerou je vybavena bezdrátovým síťovým adaptérem Wi-Fi. Adaptér je připojen do jednoho portu USB na modulu Raspberry Pi, který umožní připojení do LAN. Zobrazovací jednotky budou připojeny do LAN pomocí integrovaných ethernetových portů. Případný tablet, smartphone nebo počítač bude připojen pomocí integrovaného Wi-Fi adaptéru.

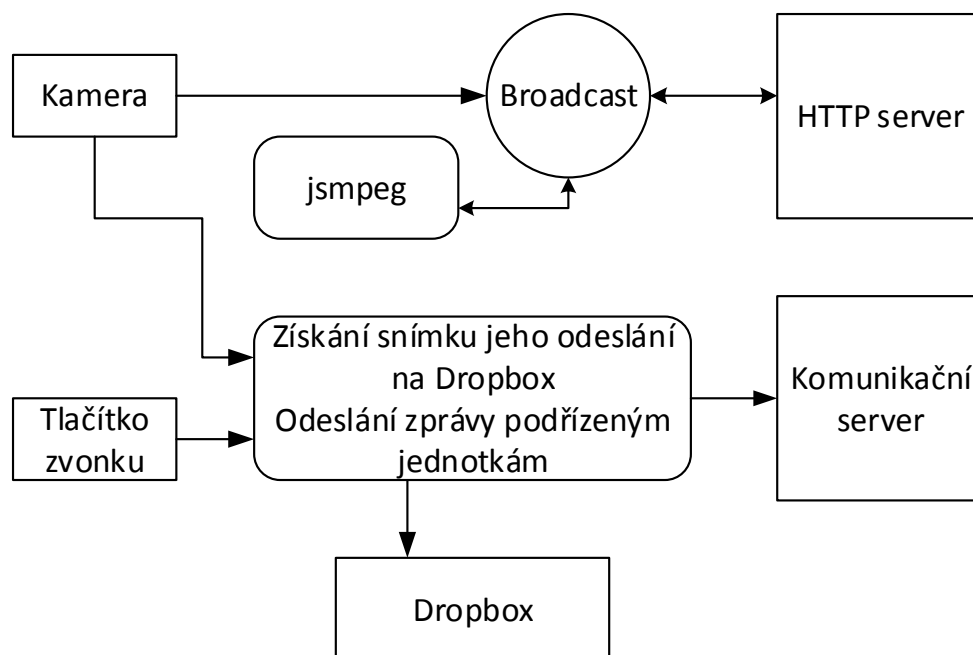
Jednotka s kamerovým modulem má nainstalovanu podporu pro webový server, z důvodů zajištění komunikace po LAN. Obsahuje program, který zasílá nasnímaný obraz do podřízených jednotek, po stisknutí tlačítka odešle informaci o zazvonění a dále odešle jednu vytvořenou fotografii na vzdálený zálohovací server Dropbox. Zobrazovací jednotky obsahují aplikaci, která po příjmu informace o zazvonění, začne přijímat nasnímaný obraz. Ten poté zobrazí na připojeném LCD monitoru. Pro zobrazení obrazového streamu je vytvořeno webové rozhraní, na které je umožněno se připojit po zadání přidělené IP adresy i bez nutnosti speciální aplikace.



Obr. 15 - Blokové schéma propojení jednotek

### 3.1 Software pro kamerovou jednotku

Základním prvkem softwaru kamerové jednotky je streamovací server, využívající jpeg dekodér, který je dostupný z webové stránky [21], doplněný o HTTP server. Dalším prvkem softwaru kamerové jednotky je v kapitole 2.4 zmíněný Dropbox Uploader pro ukládání pořízené fotografie na vzdálený server služby Dropbox. A také komunikační server, který slouží pro komunikaci s podřízenými jednotkami. Blokové schéma tohoto softwaru je na obr. 16. Kamerová jednotka snímá video o rozlišení 320 x 240 pixelů s hodnotou framerate 24 snímků za vteřinu. Velikost jednoho snímku je přibližně 41 kB. Potřebný datový tok je minimálně 7.7 Mb/s.

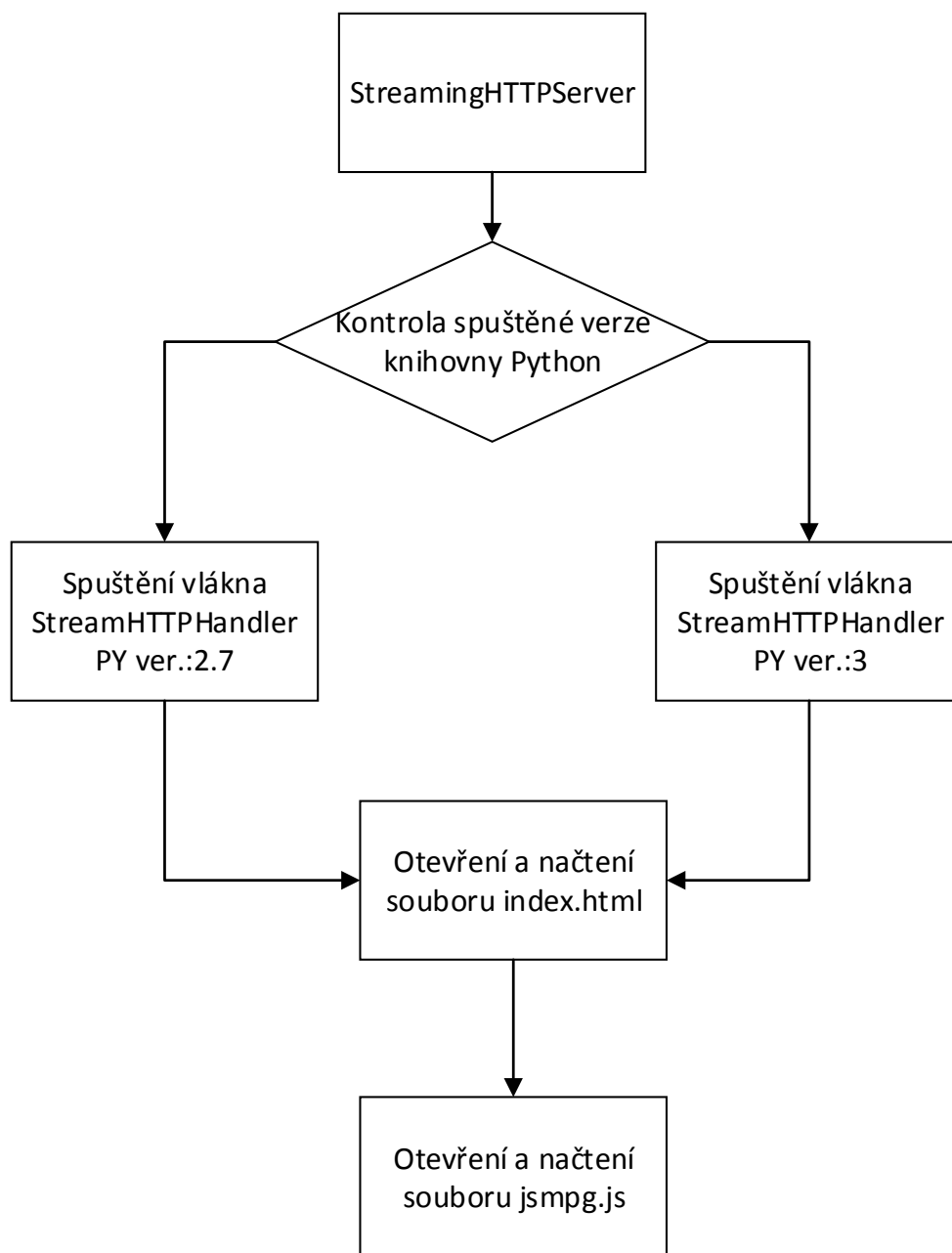


Obr. 16 - Blokové schéma softwaru kamerové jednotky

### 3.1.1 HTTP server

HTTP server má za úkol přijímat a zpracovávat požadavky klientů připojených pomocí webových prohlížečů. Je implementován v třídách `StreamingHttpServer` a `StreamingHttpHandler`.

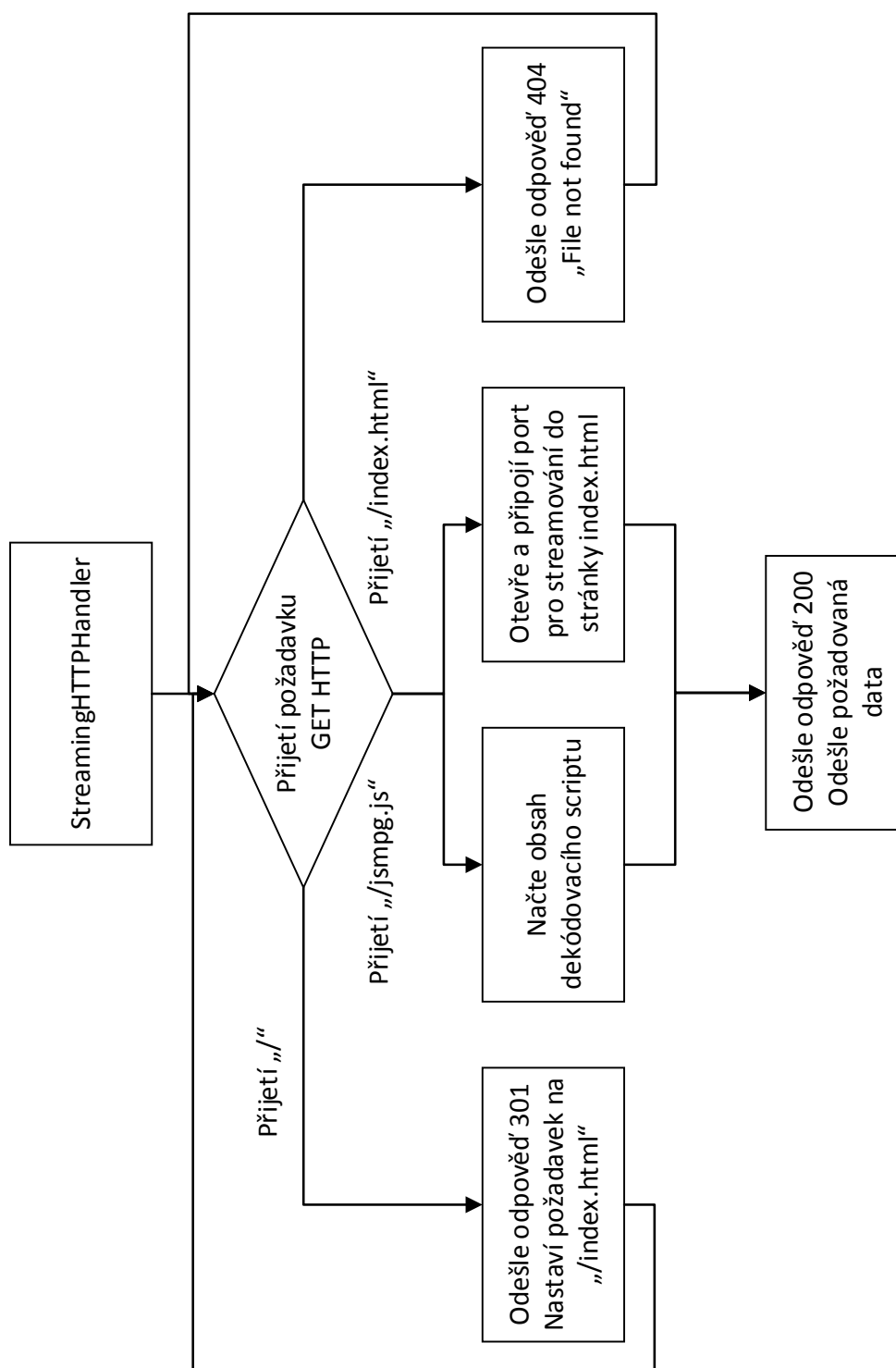
Reakce na požadavky GET HTTP pro přijaté „/“ je klient přesměrován na „/index.html“, po přijetí „/index.html“ začne přímo probíhat přenos videa, pro zobrazení dekodovacího skriptu je očekávané přijetí požadavku ve tvaru „/jsmpeg.js“. Při přijetí čehokoli jiného je navraceno chybové hlášení „404-file not found“. Reakce na požadavek HAED HTTP je totožná jako na požadavky GET HTTP, ale bude vynechán obsah.



**Obr. 17 - Vývojový diagram StreamingHTTPServeru**

Třída StreamingHHTPServer má za úkol zjistit v jaké verzi jazyka Python je spuštěna pro korektní spuštění třídy StreamHTTPHandler. Následně tuto třídu spustí a také otevře a načte soubory index.html a jsmpg.js.





Obr. 18 - Vývojový diagram StreamingHTTPHandler

Jak již bylo napsáno, HTTP server reaguje na požadavky GET HTTP. Reakce na určité požadavky je zobrazena na obr. 18. Přijetím „/jsmpg.js“ je načten obsah JavaScriptu, je

odeslána odpověď 200 a jsou odeslána data. Po přijetí „/“ je klient přesměrován na „/index.html“, po přijetí „/index.html“, je odeslána odpověď 200 a začne probíhat přenos videa. Při přijetí čehokoli jiného je navraceno chybové hlášení „404-file not found“.

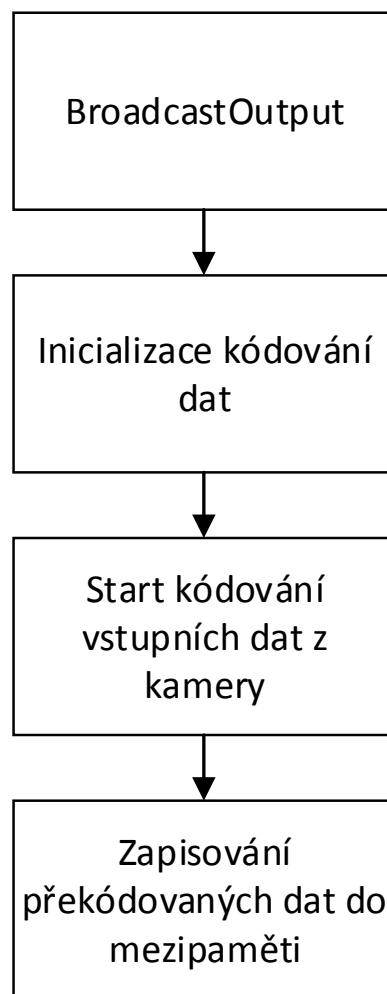
### **3.1.2 WebSocket server**

Websocket server slouží pouze k reagování na nové připojení, kde s novým připojením okamžitě posílá hlavičku pro správné kódování. Tato hlavička se skládá ze čtyř znaků „jsmp“, šířky a výšky video streamu kódovaného jako 16bitová celá čísla. Hlavička je očekávána pro správnou funkci kódovacího skriptu jsmpg.

Také při novém připojení zapíná kameru, kterou po odpojení posledního připojeného klienta vypne.

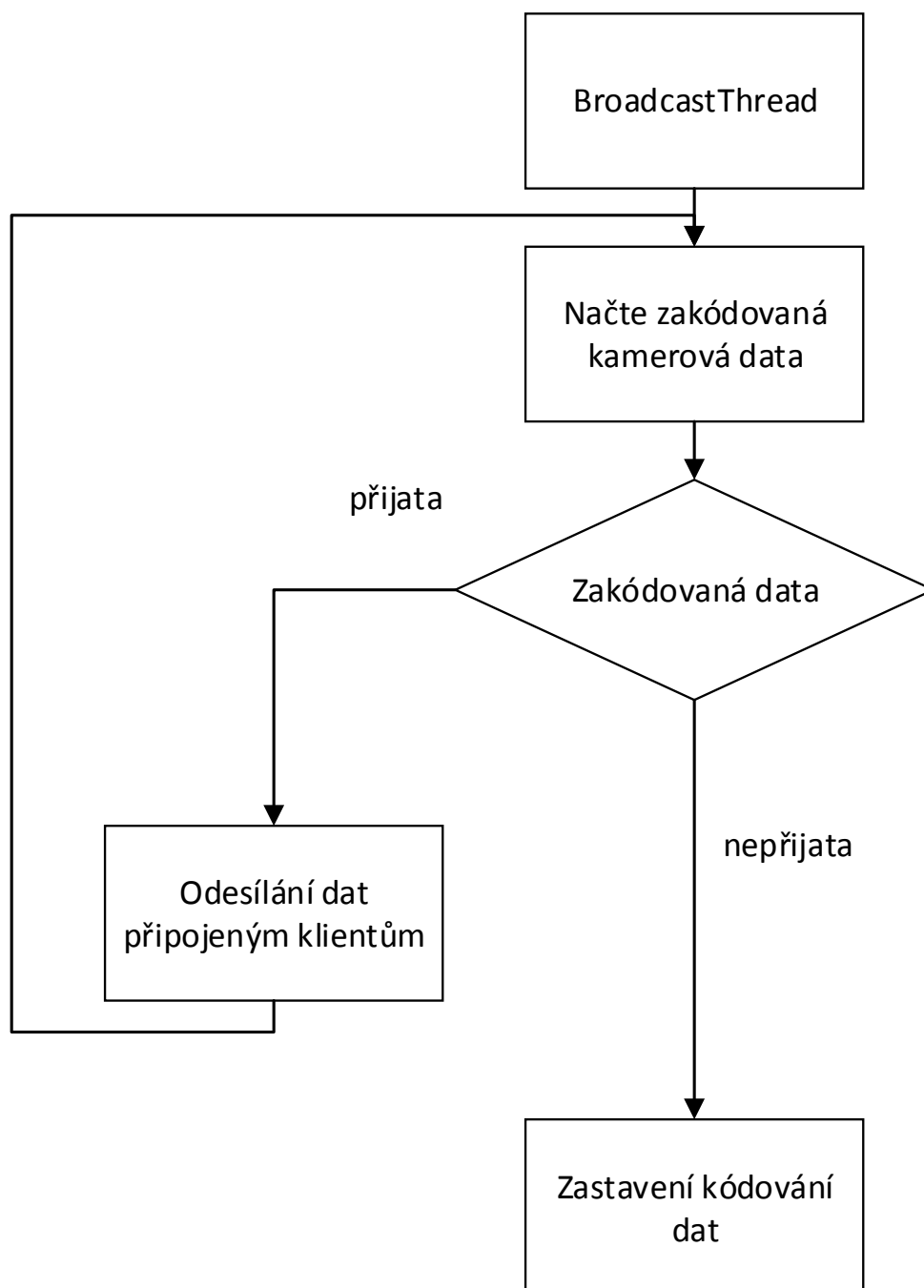
### **3.1.3 Broadcast**

Broadcast slouží k překódování vstupních dat z kamery na výstupní nekódovaná video data. Je implementován ve dvou třídách `BroadcastOutput` a `BroadcastThread`.



**Obr. 19 - Vývojový diagram BroadcastOutput**

Třída `BroadcastOutput` přijímá výstupní data z kamery. Po inicializaci spustí na pozadí proces `avconv`, který je nakonfigurován způsobem, že očekává surová video data ve formátu YUV420, která následně kóduje na formát MPEG1.



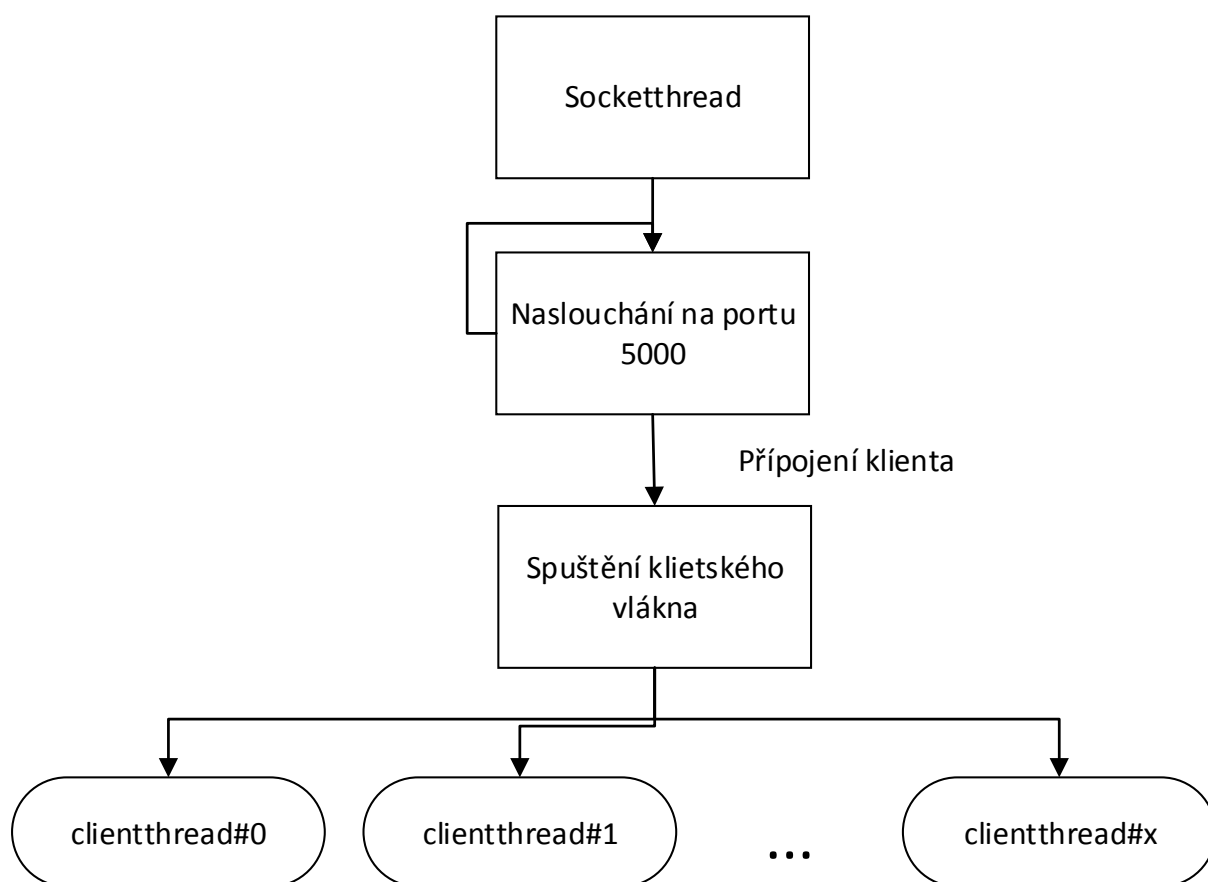
**Obr. 20 - Vývojový diagram BroadcastTheard**

Třída `BroadcastThread` na pozadí spustí vlákno, které čte zakódovaná data MPEG1 ze spuštěného procesu `avconv` a odesílá je do všech připojených zařízení přes websocket. V případě, že není nikdo připojen, jsou data jednoduše zahozena a kamera je

vypnuta. V případě, že nejsou k dispozici žádná další data, zkontroluje proces `avconv` a pokud byl proces konverze dokončen, tak je vlákno ukončeno.

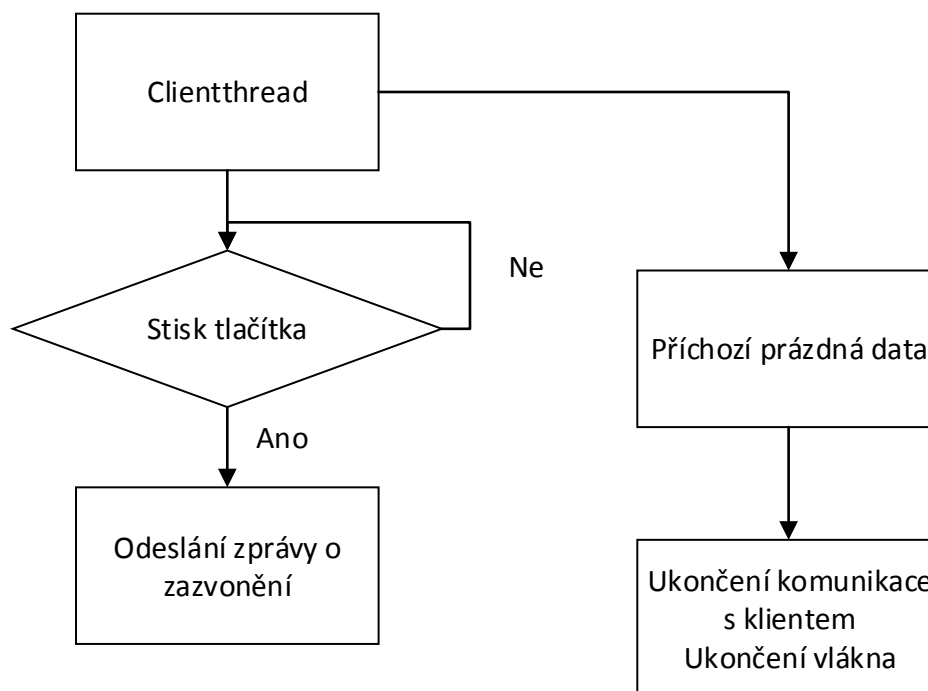
### 3.1.4 Socket server

Socket server slouží ke komunikaci s podřízenými jednotkami, které jsou k němu připojeny. Tento server je implementován pomocí dvou tříd `socketthread` a `clientthread`.



Obr. 21 - Vývojový diagram `SocketThread`

Třída `socketthread` slouží k inicializaci a navázání spojení s připojujícím se klientem na komunikačním portu 5000. Pro každého připojeného klienta je spuštěno vlastní vlákno `clientthread`.

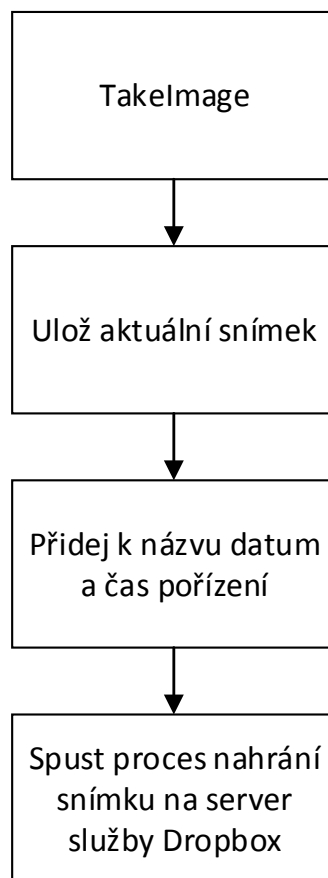


**Obr. 22 - Vývojový diagram ClientThread**

Třída `clientthread` slouží k odeslání zprávy klientům o tom, že někdo zazvonil. Při odpojení klienta je jeho vlákno ukončeno a otevřené spojení uzavřeno, aby bylo možné se s tímto klientem znovu spojit.

### 3.1.5 TakeImage

Funkce `TakeImage` je vyvolána po stisknutí tlačítka zvonku. Následně uloží snímek z dat nahrávaných kamerou a vytvoří název pořízeného snímku. Ten se skládá z cesty do jeho umístění v paměti, vlastního názvu `image`, data pořízení a počítadla stisků tlačítka. Dále nahraje tuto vytvořenou fotografii na úložný server služby Dropbox pomocí nainstalovaného `Dropbox-Uploaderu`, pro nějž je třeba spustit vlastní procesové vlákno, ve kterém se provede nahrání obrázku na server.



Obr. 23 - Vývojový diagram TakeImage

### 3.1.6 Osvětlení

Funkce osvětlení nejdříve inicializuje integrovanou funkci PWM pro bílé svítivé LED diody. Následně je PWM spuštěno pro vybraný GPIO pin určený pro ovládání svítivých LED diod a to po dobu 60 vteřin. Následně jsou bílé svítivé LED diody vypnuty a po dobu 120 vteřin jsou rozsvíceny infračervené diody pomocí dalšího GPIO pinu.

### 3.1.7 Hlavní funkce Main

V hlavním těle programu, které je implementováno ve funkci `main`, je na začátku spuštěna inicializace a nastavení kamery, konkrétně je nastaveno rozlišení a počet snímků pořizovaných za vteřinu, je spuštěn komunikační socket server, inicializován websocket server na příslušný port, inicializován HTTP server vytvořením jeho samostatného vlákna, vytvořeno vlákno broadcast pro kódování videa. Následně je spuštěn HTTP server a dále je

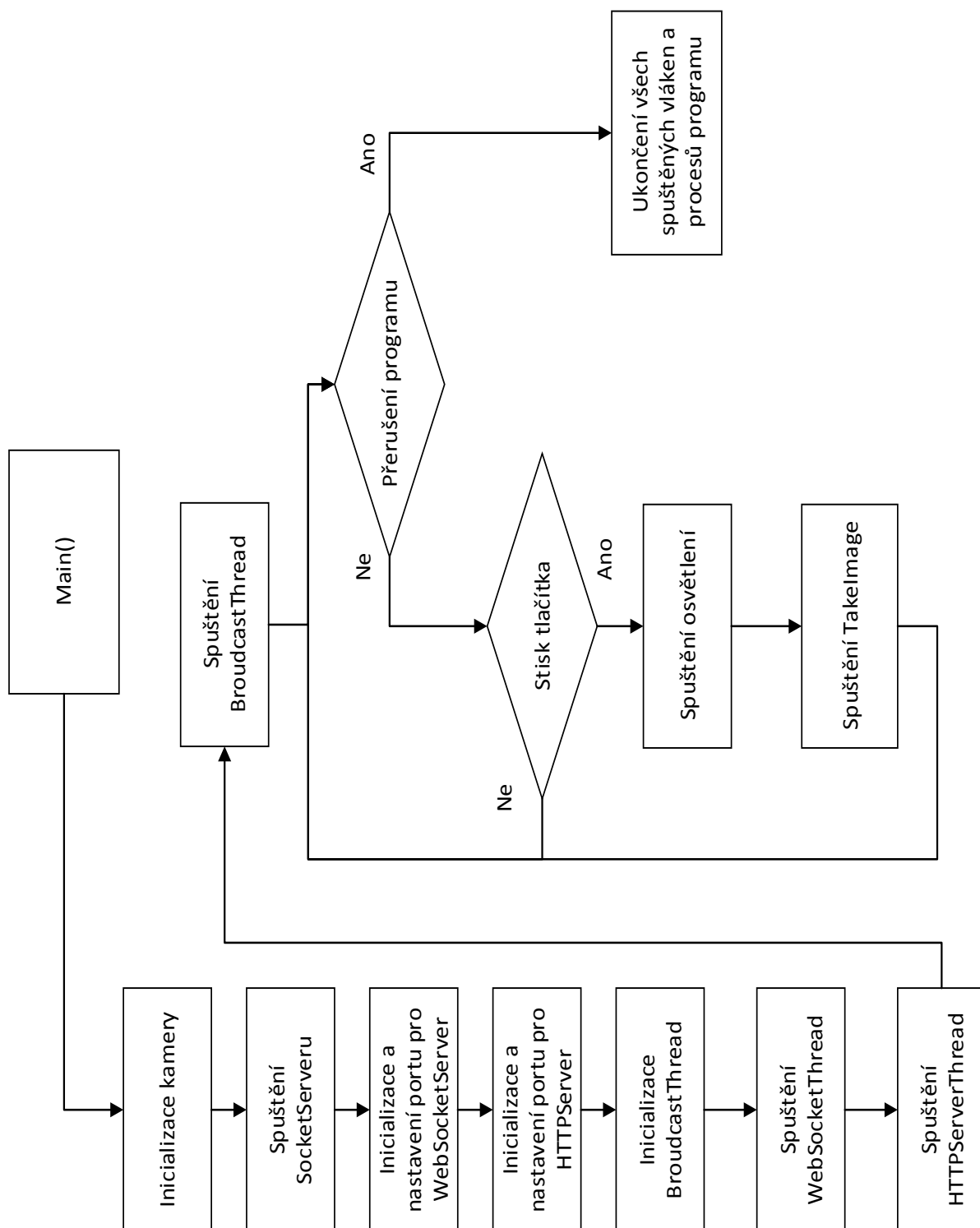
spuštěno broadcast kódování. Následně je vytvořena nekonečná smyčka programu, ve které se nachází detekce stisknutého tlačítka, po jehož stisku se provede funkce zaznamenání jednoho snímku, který je následně odeslán do externího uložení Dropbox. Ke správnému ukončení serveru je nutné použít klávesovou zkratku CTRL + C, po jejímž stisku je spuštěna ukončovací sekvence. Vypne se nahrávání kamery, ukončí se všechna spuštěná vlákna a komunikace, vypnou se spuštěné servery a uvolní se blokové komunikační porty.

Při prvním spuštění serveru je potřeba nastavit přístup k účtu služby Dropbox. To se provede následovně, stiskneme tlačítko pro zazvonění a po spuštění Dropbox-Uploaderu budeme vyzváni k navštívení webové stránky:

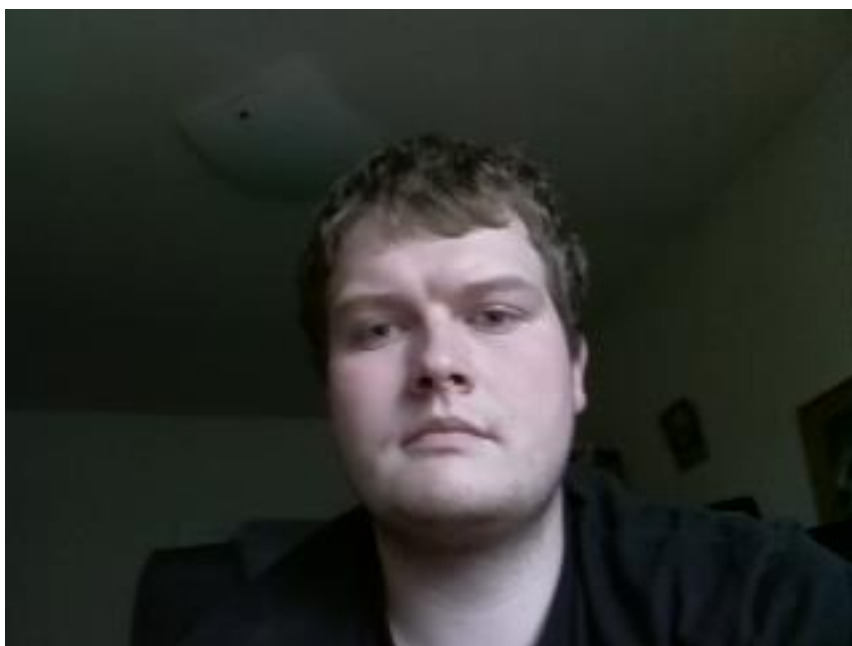
`https://www.dropbox.com/developers/apps/create/`

Zde je nutné se přihlásit pod svým účtem a dle pokynů na stránce vytvořit přímé napojení na účet služby Dropbox. Po vytvoření spojení je nutné zadat spuštěné aplikaci přihlašovací klíč a bezpečnostní kód. Dropbox-Uploader vygeneruje ověřovací odkaz. Tento odkaz přepíšeme do okna prohlížeče a na otevřené stránce potvrdíme připojení aplikace k našemu účtu. Nyní se nám budou veškeré vyfocené obrázky ukládat na náš účet na službě Dropbox. Ukázková fotka uložená na službě Dropbox je zobrazena na obr. 25.





Obr. 24 - Vývojový diagram hlavní funkce Main

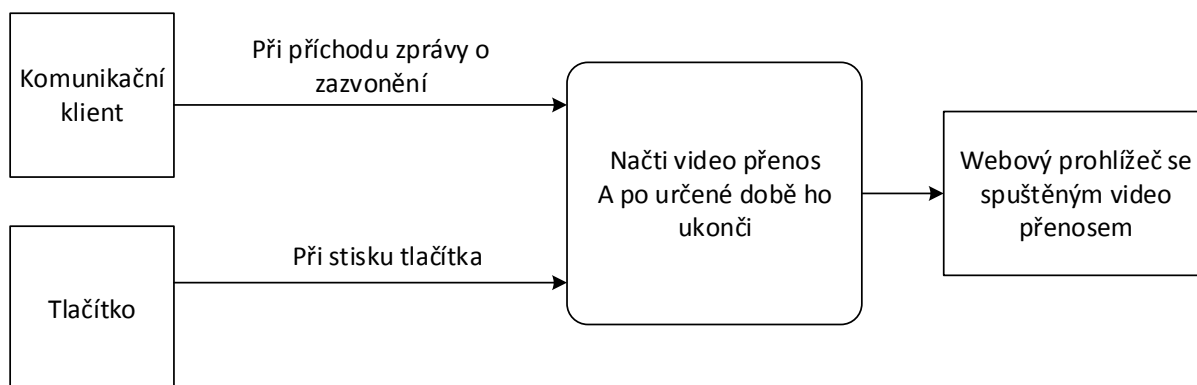


**Obr. 25 - Snímek uložený na službě Dropbox**

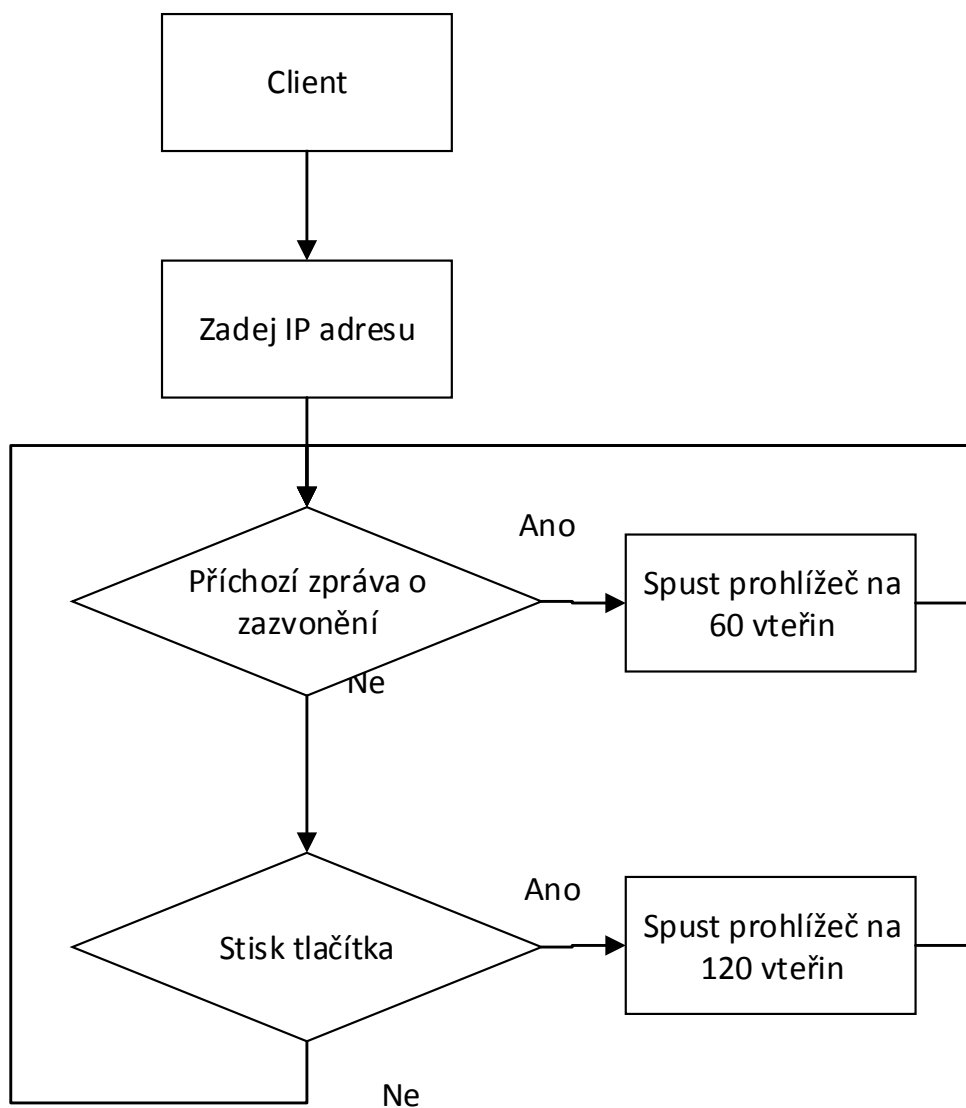
## 3.2 Software pro zobrazovací jednotky

Software pro zobrazovací jednotky je koncipován jako jednoduchý klient přijímající socketovou komunikaci od serveru. Blokové schéma je zobrazeno na obr. 26. Jeho úkolem je připojit se na port komunikačního socket serveru spuštěného na kamerové jednotce. K tomuto serveru se připojí ihned po zadání síťové IP adresy kamerové jednotky. Následně čeká na příjem zprávy, která mu sdělí, že bylo stisknuto tlačítko zvonku na kamerové jednotce. Po přijetí této zprávy otevře klient video přenos z kamery pomocí funkce `Browser` v internetovém prohlížeči. Následně čeká předem definovanou dobu, po kterou je připojen k přenosu, základní nastavení je dvě minuty. Po uplynutí dvou minut je okno internetového prohlížeče ukončeno.

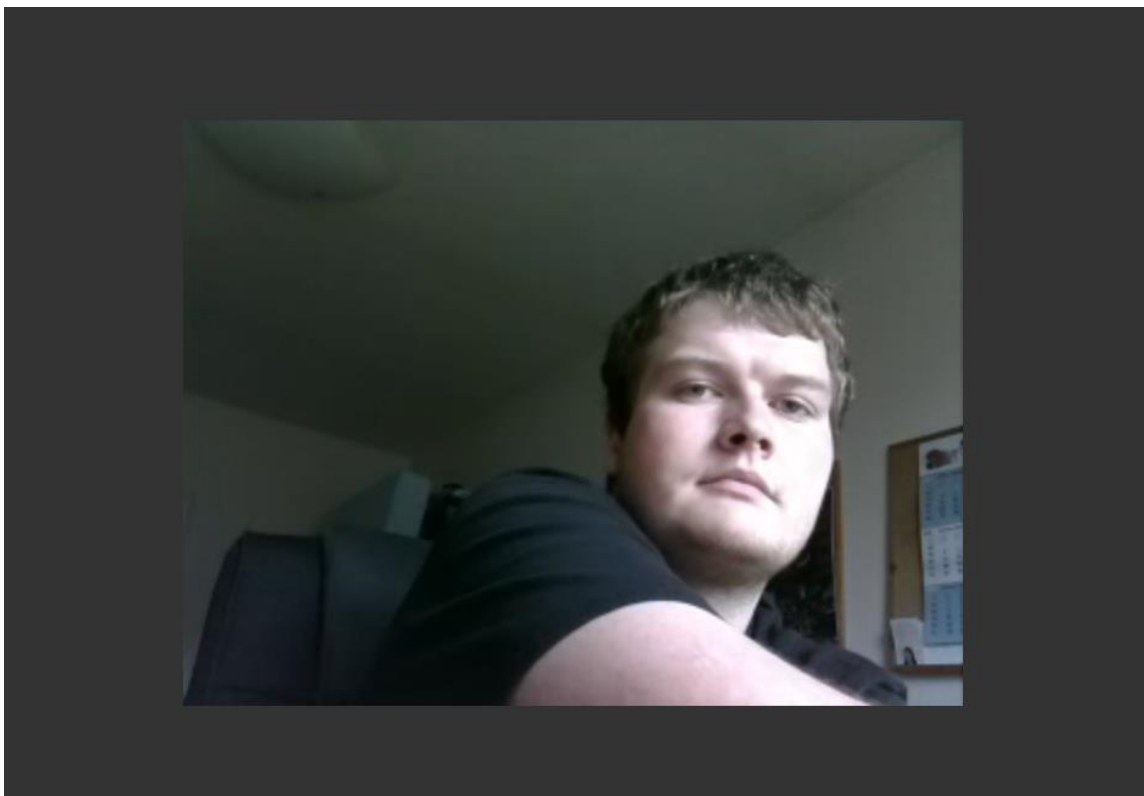
Další funkcí softwaru zobrazovací jednotky je kontrolovat, zda nebylo stisknuto tlačítko připojené ke GPIO portu této jednotky. Při stisknutí tohoto tlačítka se vyvolá opět funkce `Browser`, která se nyní připojí k video přenosu na dobu tří minut. Po jejím uplynutí se okno webového prohlížeče uzavře. Náhled zobrazené webové stránky je zobrazen na obr. 28.



Obr. 26 - Blokové schéma softwaru zobrazovací jednotky



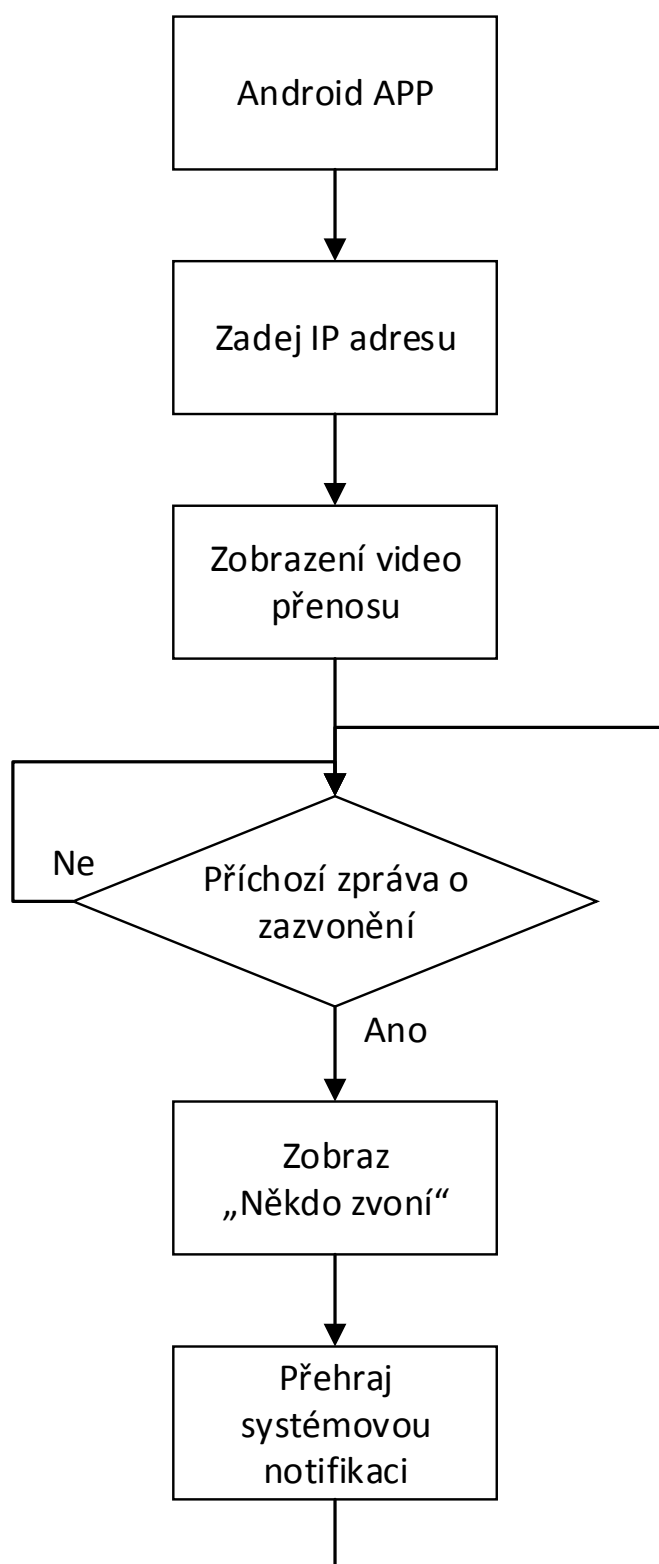
Obr. 27 - Vývojový diagram programu Client zobrazovací jednotky



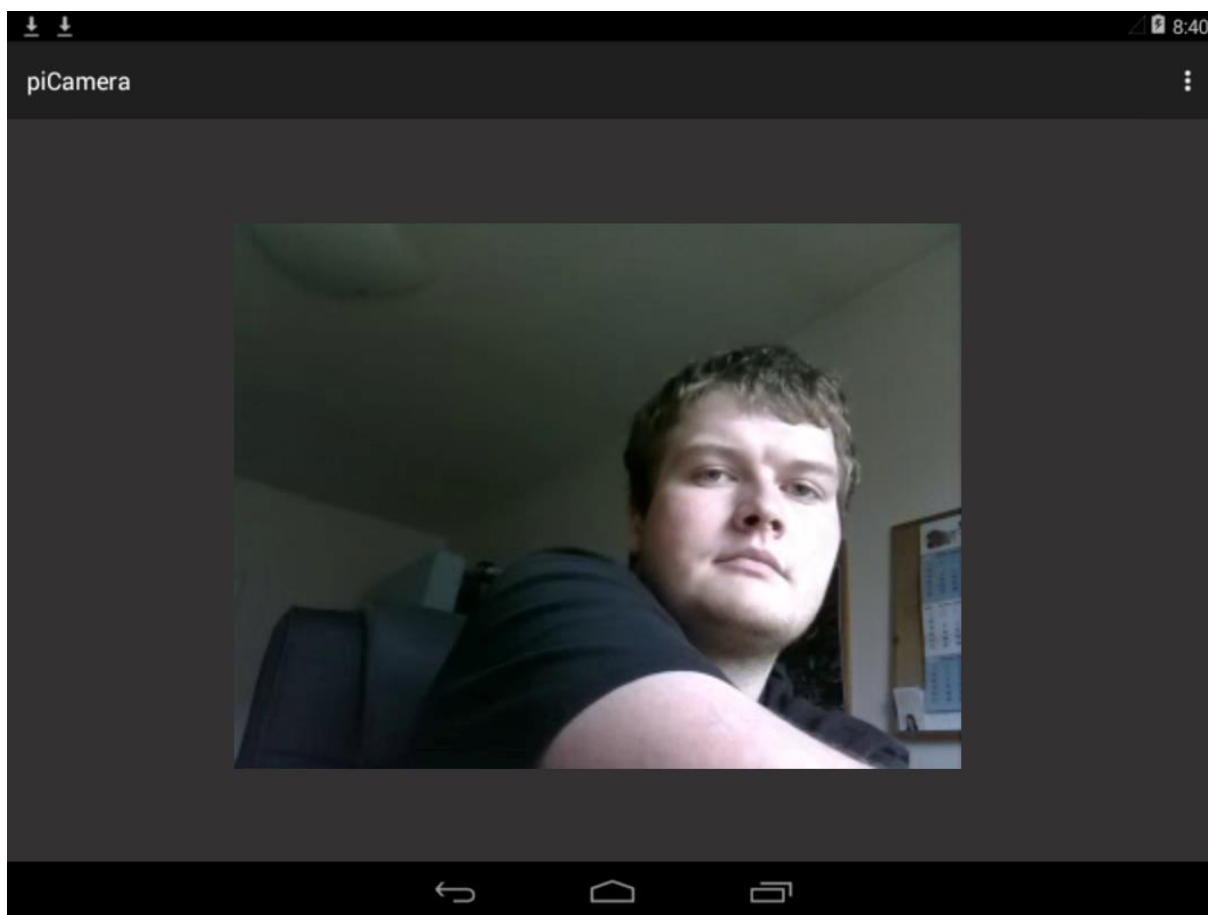
**Obr. 28 - Náhled zobrazené webové stránky s video přenosem**

### **3.3 Aplikace pro systém Android**

Aplikace pro operační systém Android je v mnohém podobná softwaru pro zobrazovací jednotky. Její vývojový diagram je zobrazen na obr. 29. Vytváří zobrazovací okno, do kterého je připojen video přenos z kamery. Také se připojuje ke komunikačnímu serveru, z něhož zjišťuje, zda bylo stisknuto tlačítko zvonku. Jestliže přijme zprávu o stisknutí tlačítka, zobrazí se v okně aplikace hláška „Někdo zvoní“ a následně je přehrána systémová zvuková notifikace. Připojení ke kamerové jednotce proběhne při prvním spuštění aplikace. Ta nás vyzve k zadání její síťové IP adresy. Při dalších spuštěních aplikace již není zadávání IP adresy nutné. Případnou změnu IP adresy lze provést v kontextovém menu spuštěné aplikace. Náhled spuštěné aplikace s oznámením o zvonění je zobrazen na obr. 30.



Obr. 29 - Vývojový diagram aplikace pro Android



Obr. 30 - Náhled aplikačního okna

## 4 Návrh a realizace přídatného hardwaru zařízení

Pro Raspberry Pi a její kamerový modul je třeba navrhnout přídatný hardware. U kamerového modulu se jedná o desku s osvětlením, která slouží pro zlepšení světelných podmínek za šera a tmy, navíc obsahuje tlačítko pro zazvonění a otvor pro připevnění kamery. Druhá deska slouží pro napájení počítače Raspberry Pi. Pro napájení je využit 12 V stejnosměrný adaptér, pro funkci počítače potřebujeme 5 V. Z tohoto důvodu je druhá deska navržena jako zdroj napájení, jak pro počítač Raspberry Pi, tak i pro rozšiřující modul osvětlení, ke kterému je na vstup možno připojit napětí v rozsahu 7 – 15 V. Dále tato deska obsahuje záložní jednočláňkovou Li-ion baterii, která při krátkodobém výpadku externího napájení bude dále udržovat počítač Raspberry Pi a kamerový modul v provozu.

## 4.1 Modul osvětlení

Navrhnutý modul osvětlení obsahuje také senzor okolního světla, který slouží pro spouštění modulu až po dosažení nastavené krajní hodnoty okolního světla a je připojen ke kamerovému modulu. Deska modulu osvětlení byla vytvořena v programu Eagle 7.2.0. Schéma a layout desky jsou přiloženy v příloze. Osazená deska i s připojenou kamerou je na obr. 32. Připojení desky k počítači Raspberry Pi je zajištěno čtyřpinovým konektorem, který má vývody zahnuté v 90° úhlu. Dva signálové piny se připojí na piny GPIO portu číslo 7 a 8, tyto piny slouží pro řízení osvětlení pomocí počítače. Další signálový pin je připojen na pin GPIO portu číslo 25 a poslední pin je připojen na pin GPIO portu s názvem GND. Tyto dva poslední uvedené piny slouží pro připojení tlačítka. Modul obsahuje také konektor pro připojení napájení diod.

Hlavním osvětlovacím elementem je zde osm LED diod uspořádaných okolo otvoru pro připevnění kamerového modulu. Tento návrh obsahuje dva typy LED diod, a to šest diod vyzařujících infračervené záření a dvě vysoce svítivé bílé diody. Vysoce svítivé diody jsou připojeny na napájení paralelně. Infračervené diody jsou vždy dvě spojeny sériově a následně tyto čtyři páry jsou spojeny paralelně. Každá z těchto osmi paralelních větví musí obsahovat přizpůsobovací odpor, jeho velikost je vypočtena pomocí rovnice (1).

$$R = \frac{U_{zdroje} - U_{diody}}{I_{diody}}. \quad (1)$$

Pomocí této rovnice byly stanoveny velikosti rezistorů na hodnotu 33  $\Omega$  a odpory pro svítivé diody na hodnotu 100  $\Omega$ . Spínání diod zajišťuje dále navržený snímač vnějšího osvětlení a také jsou infračervené i svítivé diody řízeny signály z počítače Raspberry Pi.

Senzor osvětlení sestává z fotorezistoru, odporového trimru, CMOS invertoru 74HC04, dvou 15 k $\Omega$  rezistorů a MOSFET tranzistoru BSS138. Snímač pracuje na bázi odporového děliče, kde se při změně odporu fotorezistoru spíná MOSFET tranzistor. Z důvodu vlastností fotorezistoru je zde spínacímu tranzistoru předřazen CMOS invertor, který zajistí, že při poklesu osvětlení bude tranzistor sepnut a při zvýšení osvětlení se tranzistor rozepe. Výstup odporového děliče je tvořen fotorezistorem a trimrem, kterým se



nastavuje citlivost snímače. Tento výstup je zaveden na vstup CMOS invertoru. Při napětí na vstupu invertoru vyšším jako  $2/3$  napájecího napětí je na výstupu z invertoru napětí blíží se 0 V, to znamená, že tranzistor není sepnut a osvětlení není spuštěno. Při napětí na vstupu invertoru nižším jako  $1/3$  napájecího napětí je na výstup invertoru přivedeno napájecí napětí, to má za následek sepnutí tranzistoru. Pro rozsvícení diod je dále zapotřebí ještě přivést hodnotu True na ovládací piny GPIO portu. Touto hodnotou je sepnut ovládací tranzistor, a pokud je sepnut i MOSFET tranzistor, jsou diody rozsvíceny.

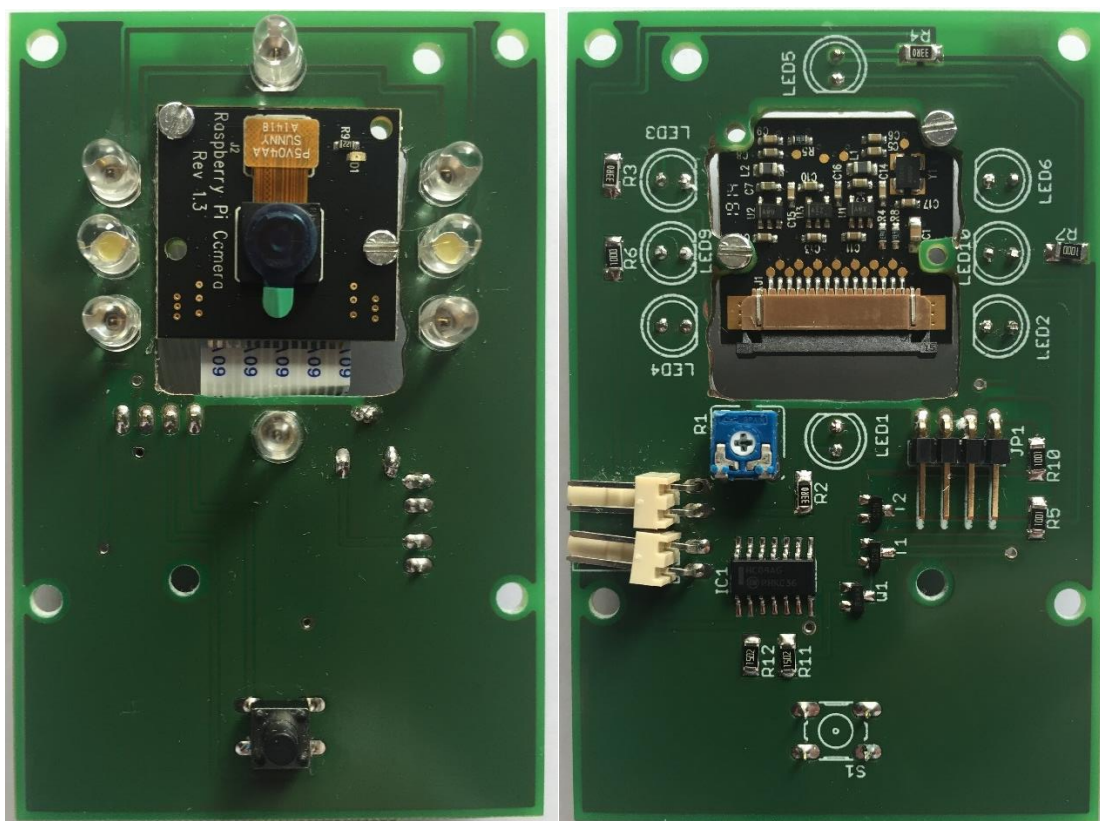
Fotorezistor je pasivní elektrotechnická součástka, jejíž odpor se snižuje se zvyšující se intenzitou dopadajícího elektromagnetického záření, v tomto případě světla. V tomto návrhu je použit fotorezistor VT93N2, který má při 10 lux odpor 24 k $\Omega$  a při úplné tmě odpor 500 k $\Omega$ . [23] [24]

Obvod 74HC04 je CMOS invertor, který invertuje vstupní signál. To znamená, že při vstupním napětí vyšším než  $2/3$  napájecího napětí je na výstupu přibližně 0 V. A při vstupním napětí nižším než  $1/3$  napájecího napětí je na výstupu napájecí napětí. Logický diagram je zobrazen na obr. 31. [25]



**Obr. 31 - Logický diagram obvodu 74HC04**

Tranzistor MOSFET BSS138 a tranzistor NPN BCW71 se nacházejí v pouzdře SOT-23. Jedná se o SMD součástky se třemi vývody. Všechny použité rezistory se nacházejí v SMD pouzdrech 1206. LED diody, konektor pro připojení napájení, fotorezistor, konektor pro připojení fotorezistoru a trimr jsou vývodové součástky.



Obr. 32 - Osazená deska osvětlení s modulem kamery horní i spodní strana

## 4.2 Porovnání kamer při různém osvětlení

Raspberry Pi Camera modul i Raspberry Pi NoIR Camera modul byly popsány v kapitole 1.2.1. Porovnání těchto dvou kamerových modulů probíhalo ve třech různých režimech. Prvním režimem bylo snímání obrazu za normálních denních podmínek. Druhým režimem bylo snímání obrazu ve tmě a spuštěném osvětlení pomocí bílé svítících diod. Třetím režimem bylo snímání obrazu ve tmě při spuštěném osvětlení pomocí infračervených diod. U režimů se spuštěným přídatným osvětlením bylo provedeno měření vzdálenosti, ve které jsou objekty před kamerou viditelné.

Z fotografií na obr. 33 a obr. 34 je patrné, že Raspberry Pi Camera modul má přirozenější podání barev oproti NoIR Camera modulu, který snímá fotografie velmi jasně. Na fotografiích obr. 35 a obr. 36 jsou vedle sebe zobrazeny snímky z obou typů kamer. Levý snímek pochází z Raspberry Pi Camera modulu, pravý z NoIR Camera modulu. U Raspberry Pi Camera modulu pozorujeme, že při osvětlení bílými diodami jsou jasně viditelné i

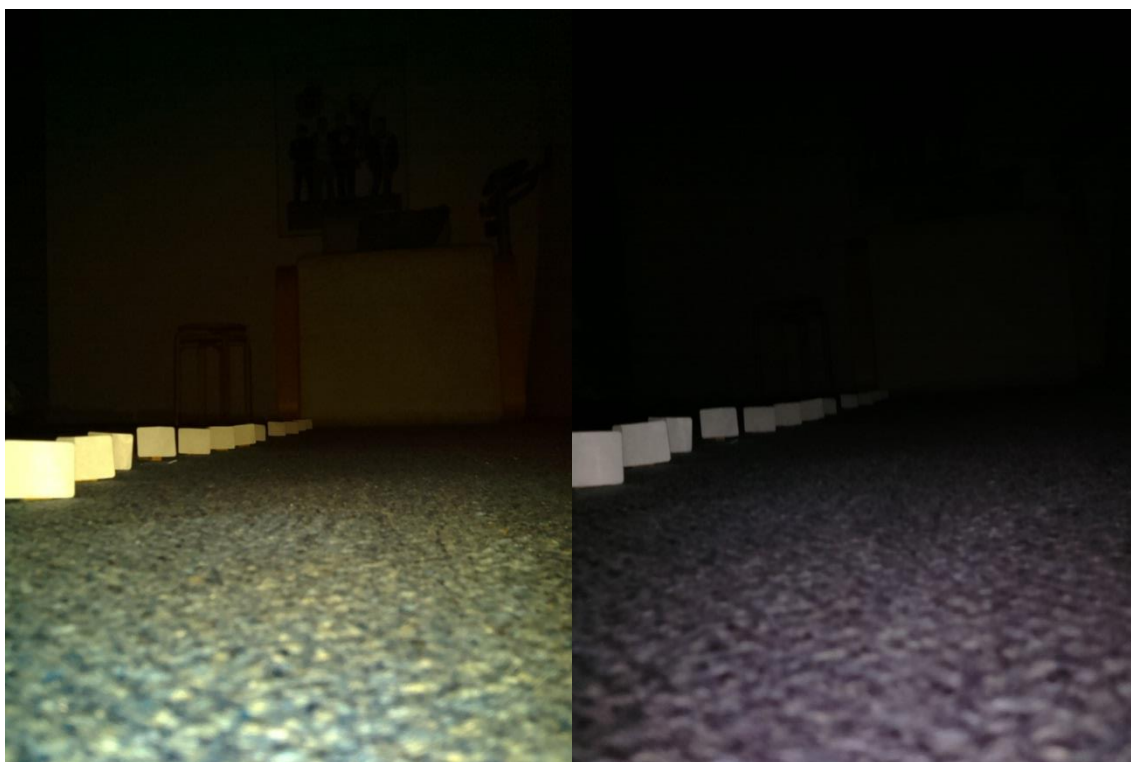
předměty ve vzdálenosti 110 cm. Naproti tomu u NoIR Camera modulu jsou jasně viditelné předměty ve vzdálenosti 80 cm od zařízení. Naopak při osvětlení pomocí infračervených diod jsou jasně viditelné předměty vzdáleny od Raspberry Pi Camera modulu maximálně 30 cm, kdežto u NoIR Camera modulu jsou jasně pozorovatelné předměty i ve vzdálenosti větší jak 200 cm.



**Obr. 33 - Fotografie pořízená ve dne pomocí RPi Camera modulu**



**Obr. 34 - Fotografie pořízená ve dne pomocí RPi NoIR Camera modulu**



**Obr. 35 - Porovnání kamerových modulů při svícení bílých diod**



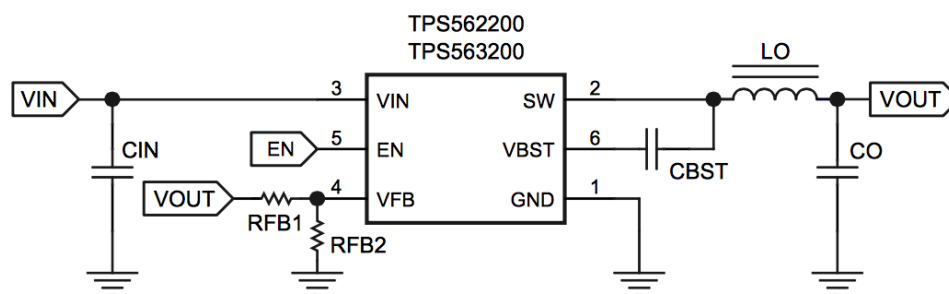
**Obr. 36 - Porovnání kamerových modulů při svícení infračervených diod**

## 4.3 Modul napájení

Celé zařízení je napájeno pomocí 12V adaptéru, počítač Raspberry Pi a modul osvětlení pracují s napětím o velikosti 5 V. Z tohoto důvodu byl navržen a sestrojen modul napájení se záložní baterií pro krátkodobé záložní napájení zařízení. Deska modulu napájení byla vytvořena v programu Eagle 7.2.0. Schéma a layout desky jsou přiloženy v příloze. Pasivní součástky jsou v pouzdrech SMD 0805. Fotografie osazené a neosazené desky modulu napájení je zobrazena na obr. 40.

Napájecí modul lze rozdělit do tří hlavních částí. První část slouží ke změně vstupního 12 V napětí na požadované výstupní napětí s hodnotou 5 V, sestává z integrovaného obvodu TPS563200, což je Step-Down regulátor pracující se vstupním napětím od 4.5 V do 17 V. Poskytující výstupní napětí 5 V a umožňující napájet zařízení s odběrem proudu až 3 A. Druhá část se stará o připojený Li-ion akumulátor pomocí obvodu MCP73871, jedná se o plně integrovaný systém sdílení zátěže a řízení zátěže pro jednočlánekový Li-ion nebo Li-poly akumulátor. Poslední část slouží na zvýšení napětí poskytovaného Li-ion akumulátorem. Napětí poskytované akumulátorem je průměrně 3.7 V. Toto napětí je potřeba zvýšit na hodnotu 5 V. Toho je dosaženo pomocí obvodu TPS61090. Jedná se o obvod schopný generovat z jednočlánekového Li-ion akumulátoru napětí 5 V, které je potřebné pro fungování počítače Raspberry Pi.

Obvod TPS563200 je Step-Down regulátor od společnosti Texas Instruments nacházející se v pouzdře SOT-23. Obvod je optimalizován pro práci s minimem externích součástek. Tento obvod je zapojen v modulu podle typického zapojení dostupného z dokumentace obvodu. V této dokumentaci se také nachází jednoduchá tabulka, která usnadňuje zvolení hodnot vnějších součástek tak, aby obvod plnil námi zvolené požadavky. Zvolené hodnoty externích součástek jsou pro výstupní napětí 5 V  $C_{in} = 22 \mu F$ ,  $C_{bst} = 100 \text{ nF}$ ,  $L_o = 3.3 \mu H$ ,  $C_o = 47 \mu F$ ,  $R_{fb1} = 56.2 \text{ k}\Omega$  a  $R_{fb2} = 10.0 \text{ k}\Omega$ . [26]



Obr. 37 - Typické zapojení obvodu TPS563200 [26]

Tabulka 2 - Tabulka hodnot externích součástek [26]

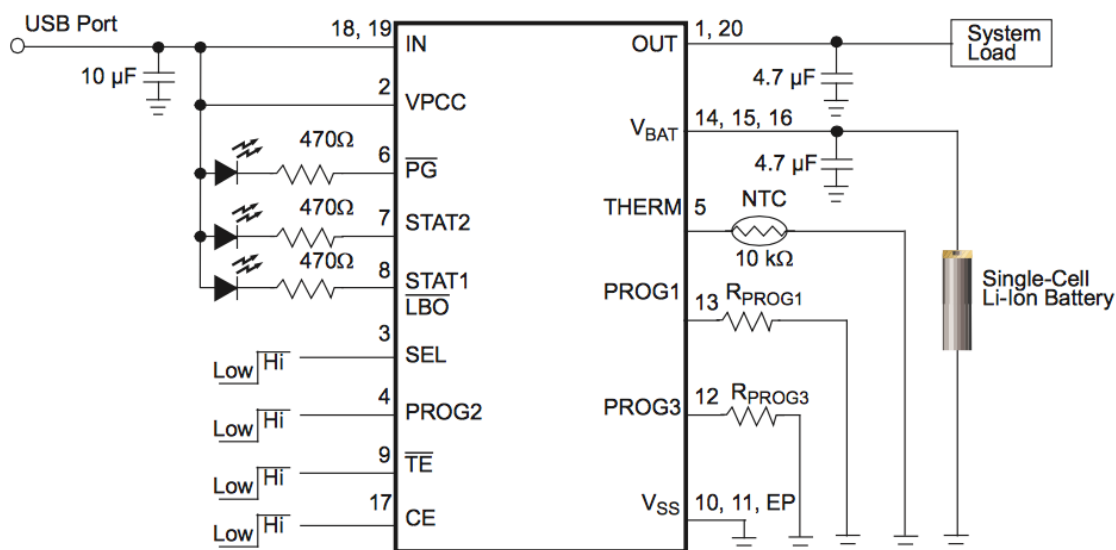
Výstupní napětí [V]	Rfb1[kΩ]	Rfb2[kΩ]	Lo[μH]	Co[μF]
1	3.09	10.0	1.5	20 - 68
1.05	3.74	10.0	1.5	20 - 68
1.5	9.53	10.0	1.5	20 - 68
2.5	22.6	10.0	2.2	20 - 68
3.3	33.2	10.0	2.2	20 - 68
5	56.2	10.0	3.3	20 - 68

Obvod MCP73871 od firmy Microchip, integrovaný v pouzdře QFN 20, je plně integrované řešení pro lineární sdílení zátěže systému a stará se o management Li-ion akumulátoru. Je také schopné autonomního výběru zdroje energie mezi vstupem a akumulátorem. Obvod je pro svou malou velikost a potřebu malého počtu okolních součástek vhodný pro mobilní aplikace. Nabíjecí algoritmus má volitelný koncový bod nabíjení, také omezuje nabíjecí proud na základě měřené teploty baterie. Tato teplota optimalizuje dobu nabíjecího cyklu při zachování spolehlivosti nabití. Zapojený obvod má indikaci plně nabitého akumulátoru a indikaci dobíjení. Obvod je zapojen v upraveném typickém zapojení, které obsahuje pouze ty nejn nutnější součástky pro funkci. Zapojení je zobrazeno na obr. 38. Pro nastavení konstantního nabíjecího proudu se využívá rezistor Rprog1. Pro nabíjecí proud 1000 mA je hodnota Rprog1 = 1 kΩ, pro proud 500 mA je Rprog1 = 2 kΩ. V práci byl zvolen nabíjecí proud na 500 mA a tedy rezistor Rprog1 o hodnotě 2 kΩ. Rprog3 je rezistor pro nastavení proudu při nabíjení pomocí USB portu a jeho hodnota je 100 kΩ. Dále je potřeba



zapnout kontrolu nabíjecího napětí VPCC. Pro zapnutí této funkce je třeba dodat na pin VPCC napětí o hodnotě 1.23 V nebo vyšší. Toho je dosaženo děličem, který je vypočten z rovnice (2). Rezistor R2 byl zvolen o hodnotě 100 kΩ. A následný vypočtený rezistor R1, pro napětí VPCC o hodnotě 1.35 V, má hodnotu 270 kΩ. [28]

$$VPCC = \left( \frac{R_2}{R_2 + R_1} \right) \cdot V_{in} \quad (2)$$

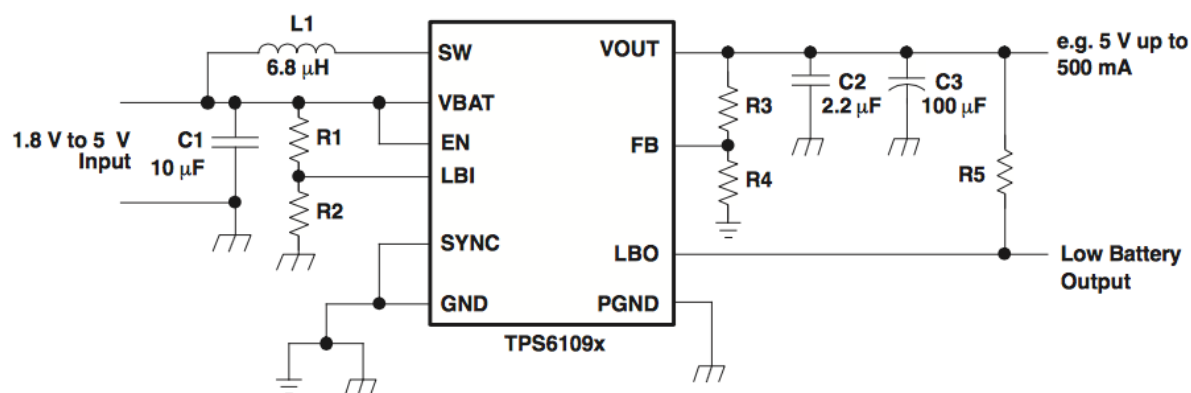


Obr. 38 - Typické zapojení obvodu MCP73871 [28]

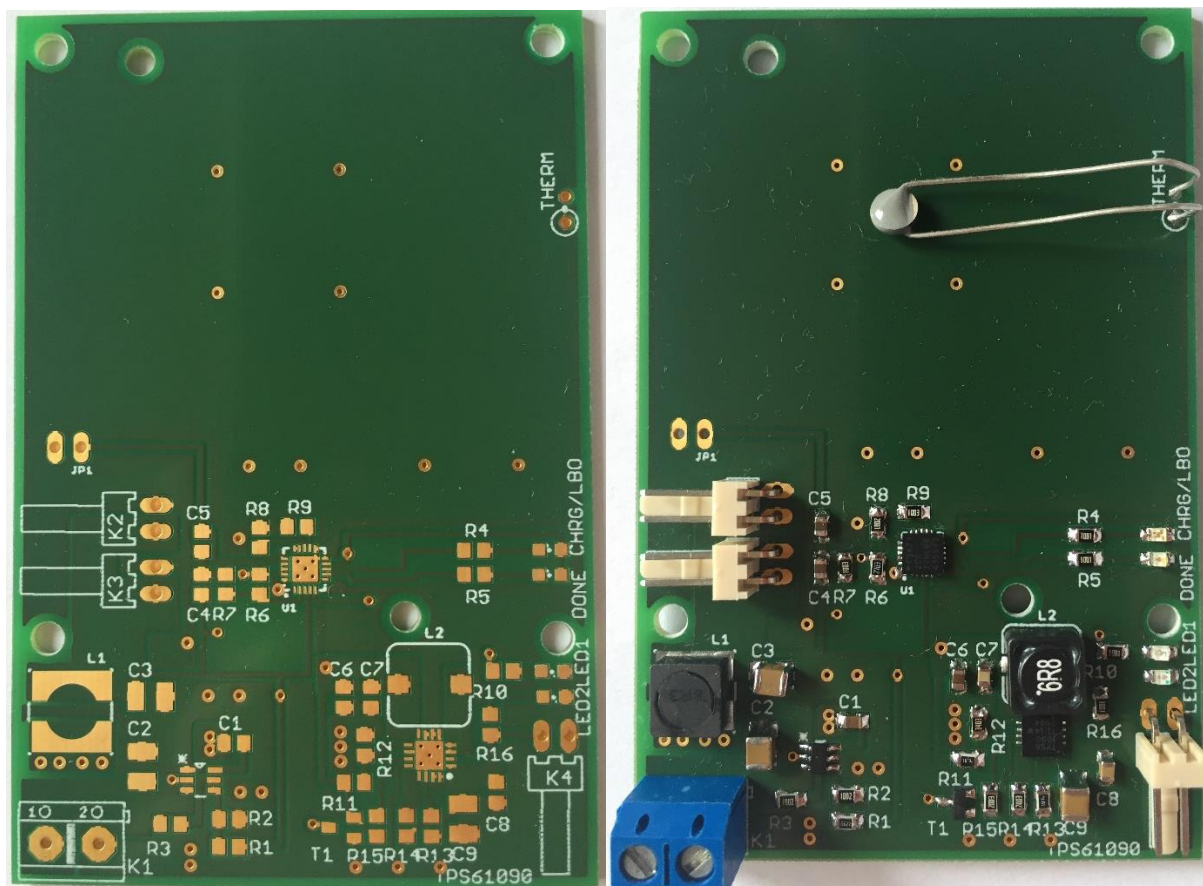
Obvod TPS61090 poskytuje napájení pro zařízení napájené z jednočlánekového Li-ion akumulátoru. Z napětí akumulátoru generuje stabilní výstupní napětí, které je upraveno externím rezistorovým děličem. Tento obvod vyrábí společnost Texas Instrumens a je integrován do pouzdra VQFN 16. Obvod je zapojen podle typického zapojení z dokumentace zobrazené na obr. 39. Pro správnou funkci musíme nejdříve vypočítat hodnotu děliče nastavujícího výstupní napětí pomocí rovnice (3). A dělič pro prahové napětí pomocí rovnice (4). Výsledné hodnoty rezistorů jsou  $R_3 = 1.87 \text{ M}\Omega$ ,  $R_4 = 200 \text{ k}\Omega$  pro výstupní napětí a  $R_1 = 1.87 \text{ M}\Omega$ ,  $R_2 = 340 \text{ k}\Omega$  pro prahové napětí. [27]

$$R_3 = R_4 \cdot \left( \frac{V_O}{V_{FB}} - 1 \right) = 200 \text{ k}\Omega \cdot \left( \frac{V_O}{500 \text{ mV}} - 1 \right) \quad (3)$$

$$R_1 = R_2 \cdot \left( \frac{V_{BAT}}{V_{LBI-threshold}} - 1 \right) = 340 \text{ k}\Omega \cdot \left( \frac{V_{BAT}}{500 \text{ mV}} - 1 \right) \quad (4)$$



Obr. 39 - Typické zapojení obvodu TPS61090 [27]



Obr. 40 - Neosazená a osazená deska modulu napájení



## 4.4 Spotřeba zařízení

Změření spotřeby zařízení je nutné ke zjištění energetické náročnosti zařízení v různých režimech. Pro měření spotřeby byl využit osciloskop a  $1\ \Omega$  odpor zapojený mezi + napájecí svorky zdroje a + napájecí svorky zařízení. Na tomto odporu byl měřen úbytek napětí a následně pomocí Ohmova zákona vypočítána spotřeba proudu.

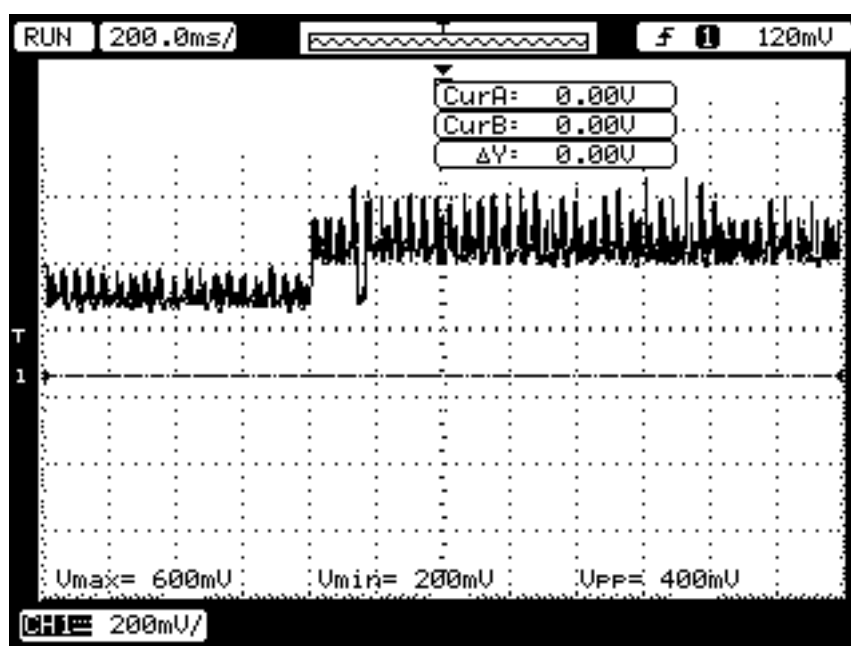
Měření bylo prováděno při různých režimech zařízení. Prvním režimem trvajícím 50 vteřin je spouštění systému počítače Raspberry Pi, při kterém je načítán operační systém Linux, následně je spuštěn Wi-Fi adaptér a poté i program pro obsluhu zařízení. Tato spotřeba je přibližně od zapnutí počítače až po 40. vteřinu vcelku konstantní s hodnotou 150 mA. Od 40. vteřiny se spotřeba zvýší na hodnotu 210 mA. Za toto zvýšení je odpovědný spuštěný Wi-Fi adaptér.

Druhým režimem byl klidový běh programu se stiskem tlačítka bez rozsvícení LED diod. Toto měření trvalo 60 vteřin, při kterých byla průměrná hodnota spotřeby proudu 240 mA. Tato hodnota byla v rozmezí 220 – 250 mA po celou dobu měření.

Třetí měřený režim byl podobný druhému se spuštěným osvětlením LED diod. Nejdříve jsou rozsvíceny na dobu 30 vteřin bílé svítivé diody a následně na dalších 30 vteřin jsou rozsvíceny infračervené diody. Při rozsvícených bílých diodách byla průměrná hodnota spotřeby proudu 310 mA. Při rozsvícených infračervených diodách byla průměrná hodnota spotřeby proudu 350 mA.

Poslední měřený režim byl měřen pro klidový běh programu a dobíjení vybitého akumulátoru. Při tomto měření měla hodnota spotřeby klesající tendenci. Což bylo způsobeno postupným dobíjením akumulátoru a řízením jeho nabíjení pomocí obvodu MCP73871. Nejvyšší naměřená spotřeba tohoto režimu měla hodnotu 720 mA při úplném vybití akumulátoru. Hodnota při zcela nabitém akumulátoru byla 220 mA.

Následně byla změřena doba, po kterou zůstane zařízení v provozu pouze na Li-ion akumulátor s kapacitou 1800 mAh. Tato doba byla určena měřením na dobu dvou hodin a čtyřiceti minut.



Obr. 41 - Naměřená data z osciloskopu

## 5 Závěr

V diplomové práci jsem se seznámil s platformou Raspberry Pi, s jejím programováním a jejími možnostmi. V textu popisuji platformu Raspberry Pi, její jednotlivé modely, kamerový modul Raspberry Pi Camera, dostupné verze operačních systémů. Pro tuto práci jsem zvolil operační systém Raspbian, který již po instalaci nabízí velkou podporu dalších zařízení. Zabýval jsem se návrhem zařízení dveřního video telefonu.

Dveřní video telefon sestává z počítače Raspberry Pi s kamerovým modulem, smartphonu s operačním systémem Android a notebooku. Komunikace mezi zařízeními probíhá pomocí sítě LAN. Počítač s kamerovým modulem je připojena bezdrátovým adaptérem. Tento adaptér není v Raspberry Pi integrován a je nutné ho připojit přes USB port. Následně jsem navrhl, popsal a realizoval vnitřní software pro počítač Raspberry Pi a pro notebook. Navrhl a realizoval jsem aplikaci pro operační systém Android 4.0. Současně připojených zařízení k video přenosu by vzhledem k vytížení sítě LAN nemělo být více než šest.

Dále jsem se zabýval návrhem rozšiřujících modulů. Jedním z modulů je modul osvětlení, který umožní snímat obraz i za šera a tmy, druhým je modul napájení sloužící jako napájení modulu osvětlení, počítače Raspberry Pi a také jako záložní bateriové napájení pouze pro počítač Raspberry Pi.

## Seznam literatury

- [1] Raspberry pi: What is a raspberry pi?. *Raspberry pi: Help* [online]. 2013 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>
- [2] Raspberry pi: *Documentation* [online]. 2013 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.raspberrypi.org/documentation/>
- [3] Raspitv: *The raspberry pi family* [online]. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://raspi.tv/2014/the-raspberry-pi-family>
- [4] Element14: *Raspberry Pi Camera module* [online]. © 2009-2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.element14.com/community/community/raspberry-pi/raspberry-pi-accessories/raspberry-pi-camera-board?ICID=rpimain-crosspromo-bullet>
- [5] Farnell: *Raspberry Pi NoIR Camera module* [online]. © 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://cz.farnell.com/raspberry-pi/rpi-noir-camera-board/raspberry-pi-noir-camera-board/dp/2357308?categoryId=700000005175>
- [6] OmniVision OV5647: *Datasheet*. 2009 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: [http://www.seeedstudio.com/wiki/images/3/3c/Ov5647\\_full.pdf](http://www.seeedstudio.com/wiki/images/3/3c/Ov5647_full.pdf)
- [7] Mipi alliance. *Camera interface specifications* [online]. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://mipi.org/specifications/camera-interface>
- [8] ARM: Architecture for the Digital WorldContact. *Company profile* [online]. © 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.arm.com/about/company-profile/index.php>
- [9] UPTON, Eben a Gareth HALFACREE. *Raspberry Pi user guide*. Second edition. Chichester, England: Wiley, 2014, 1 online zdroj (314 pages). ISBN 978-1-118-79546-0-.
- [10] Raspberry Pi: *Forum* [online]. 2012 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.raspberrypi.org/forums/>
- [11] *Raspbian* [online]. 2012 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://raspbian.org>
- [12] *Pidora: Fedora remix* [online]. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://pidora.ca>
- [13] *OpenELEC* [online]. © 2009-2013 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://openelec.tv>
- [14] *Raspbmc* [online]. © 2012 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.raspbmc.com>
- [15] *RISC OS: Welcome to RISC OS Pi* [online]. 24. 5. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <https://www.riscosopen.org/wiki/documentation/show/Welcome%20to%20RISC%20OS%20Pi>

- [16] *Ubuntu MATE for Raspberry Pi 2: Ubuntu MATE* [online]. 2015 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <https://ubuntu-mate.org/raspberry-pi/>
- [17] *Core Ubuntu developer: Snappy Ubuntu* [online]. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://developer.ubuntu.com/en/snappy/>
- [18] *GitHub: andreafrabrizi/Dropbox-Uploader* [online]. 2015 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <https://github.com/andreafrabrizi/Dropbox-Uploader>
- [19] *GitHub: waveform80/pistreaming* [online]. 2015 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <https://github.com/waveform80/pistreaming>
- [20] *Raspberry Pi GPIO Layout: Model B Plus* [online]. 2015 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.raspberrypi-spy.co.uk/2012/06/simple-guide-to-the-rpi-gpio-header-and-pins/raspberry-pi-gpio-layout-model-b-plus-rotated-2700x900/>
- [21] *GitHub: phoboslab/jsmpeg* [online]. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <https://github.com/phoboslab/jsmpeg>
- [22] *Python: Documentation 2.7.10* [online]. 23.3 2015. 2015 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <https://docs.python.org/2/library/intro.html>
- [23] *Fotorezistor* [online]. 2007 [cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/270-fotorezistor>
- [24] *VT93N2 - fotorezistor: Datasheet* [online]. 2010 [cit. 2015-05-25]. Dostupné také z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/520/052/vt93n2-datasheet-1.pdf>
- [25] *74HC04; 74HCT04 Hex inverter: Datasheet* [online]. 2003 [cit. 2015-05-25]. Dostupné také z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/951/003/74hc-04-smd-datasheet-1.pdf>
- [26] *TPS563200: Datasheet* [online]. 2015, August 2015 [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps563200.pdf>
- [27] *TPS61090: Datasheet* [online]. 2003, December 2014 [cit. 2015-08-15]. Dostupné z: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps61090.pdf>
- [28] *MCP73871: Datasheet* [online]. 2008, 2013 [cit. 2015-08-15]. ISBN 978-1-62077-428-1. Dostupné z: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/20002090C.pdf>

## Seznam obrázků

Obr. 1 - Raspberry Pi [2] .....	10
Obr. 2 - Model A [3].....	12
Obr. 3 - Model A+ [3].....	13
Obr. 4 - Model B [3].....	14
Obr. 5 - Model B+ [3].....	15
Obr. 6 - Raspberry Pi 2 model B .....	16
Obr. 7 - Výpočetní modul [3] .....	17
Obr. 8 - Vývojový kit pro výpočetní modul [3].....	17
Obr. 9 - Raspberry Pi Camera a Raspberry Pi NoIR Camera [4][5] .....	18
Obr. 10 - Bayerova maska RGGB .....	19
Obr. 11 - Raspberry Pi GPIO layout[20] .....	20
Obr. 12 - Plocha prostředí LXDE systému Raspbian .....	22
Obr. 13 - Konfigurační utilita .....	25
Obr. 14 - Fotografie ověřující funkčnost .....	26
Obr. 15 - Blokové schéma propojení jednotek .....	30
Obr. 16 - Blokové schéma softwaru kamerové jednotky .....	31
Obr. 17 - Vývojový diagram StreamingHTTPServeru.....	32
Obr. 18 - Vývojový diagram StreamingHTTPHandler .....	33
Obr. 19 - Vývojový diagram BroadcastOutput.....	35
Obr. 20 - Vývojový diagram BroadcastTheard .....	36
Obr. 21 - Vývojový diagram SocketThread .....	37
Obr. 22 - Vývojový diagram ClientThread.....	38
Obr. 23 - Vývojový diagram TakeImage.....	39
Obr. 24 - Vývojový diagram hlavní funkce Main .....	41
Obr. 25 - Snímek uložený na službě Dropbox.....	42
Obr. 26 - Blokové schéma softwaru zobrazovací jednotky .....	43
Obr. 27 - Vývojový diagram programu Client zobrazovací jednotky .....	44
Obr. 28 - Náhled zobrazené webové stránky s video přenosem.....	45
Obr. 29 - Vývojový diagram aplikace pro Android.....	46

Obr. 30 - Náhled aplikačního okna.....	47
Obr. 31 - Logický diagram obvodu 74HC04.....	49
Obr. 32 - Osazená deska osvětlení s modulem kamery horní i spodní strana .....	50
Obr. 33 - Fotografie pořízená ve dne pomocí RPI Camera modulu.....	51
Obr. 34 - Fotografie pořízená ve dne pomocí RPI NoIR Camera modulu .....	51
Obr. 35 - Porovnání kamerových modulů při svícení bílých diod .....	52
Obr. 36 - Porovnání kamerových modulů při svícení infračervených diod.....	52
Obr. 37 - Typické zapojení obvodu TPS563200 [26].....	54
Obr. 38 - Typické zapojení obvodu MCP73871 [28] .....	55
Obr. 39 - Typické zapojení obvodu TPS61090 [27].....	56
Obr. 40 - Neosazená a osazená deska modulu napájení .....	56
Obr. 41 - Naměřená data z osciloskopu .....	58

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Formát a frekvence snímkování pro senzor OV5647 [6] .....	19
Tabulka 2 - Tabulka hodnot externích součástek [26] .....	54



## Seznam symbolů a zkratek

ARM	architektura procesorů – Advanced RISC Machine
AC adaptér	adaptér převádějící střídavý proud v síti na stejnosměrný proud
CISC	komplexní instrukční sada
CMOS	polovodičová technologie používaná k výrobě integrovaných obvodů
CSI	Camera Serial Interface
DDR2	označení operační paměti počítače
DSI	Display Serial Interface
eMMC	typ paměťového čipu
GNU	nekompletní počítačový svobodný operační systém
GPIO	programovatelné vstupní a výstupní piny
HD	high definition – vysoké rozlišení
HDMI	High-Definition Multi-media Interface
HTPC	Home Theater Personal Computer – počítač speciálně určený pro multimediální aplikace
HTTP	Hyper Text Protokol – internetový protokol určený pro výměnu hypertextových dokumentů
I2C	počítačová sériová sběrnice
IP adresa	jednoznačná identifikační adresa v lokální síti
LAN	lokální síť
LCD	displej z tekutých krystalů
LED	Light-Emitting Diode – dioda emitující světlo
LXDE	Lightweight X11 Desktop Environment – rychlé a hardwarově nenáročné open source prostředí
MMC	MultiMediaCard – standart paměťových karet
MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor – polem řízený tranzistor
NoIR	No InfraRed
OS	operační systém
PDA	personal digital assistant – osobní digitální pomocník
PhP	hypertextový preprocesor

QFN	Quad Flat No-leads – pouzdro pro povrchovou montáž bez vývodů
VQFN	označení plastového QFN pouzdra firmou Texas Instruments
RISC	omezená instrukční sada
ROM	read only memory – paměť určená pouze ke čtení
RPI	Raspberry Pi
RWM	read write memory – paměť, kterou můžeme číst i přepisovat
SD	Secure Digital – standart paměťových karet
SDRAM	synchronní dynamická operační paměť počítače
SMD	Surface Mount Device – součástka pro povrchovou montáž
SO	Small Outline integrated circuit – pouzdro integrovaného obvodu pro povrchovou montáž
SoC	System on Chip
SODIMM	typ počítačové paměti nebo port pro určitý typ počítačové paměti
SSID	Service Set Identifier
USB	univerzální sériová sběrnice
Wi-Fi	označení pro několik standardů IEEE 802.11 popisujících bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích
XBMC	aplikace vytvářející z počítače multimediální centrum
XFCE	XForms Common Environment - desktopové prostředí pro X Window System

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 - Schéma zapojení modulu osvětlení se senzorem vnějšího osvětlení

Příloha č. 2 - Schéma modulu napájení

Příloha č. 3 - Návrh zapojení desky osvětlení a osazovací plán

Příloha č. 4 - Návrh zapojení desky napájení a osazovací plán

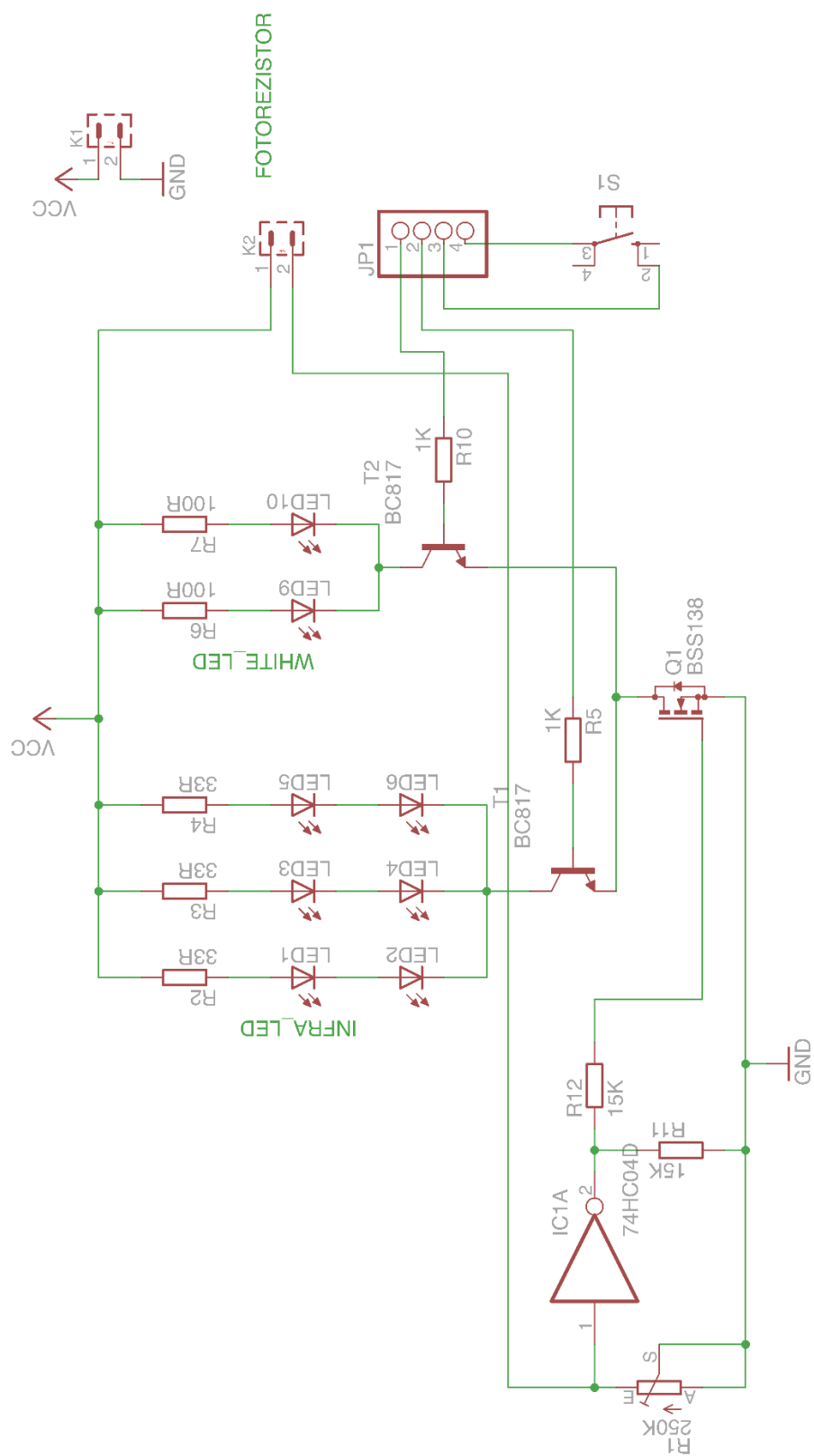
Příloha č. 5 - Fotografie výsledného zařízení

Příloha č. 6 - Seznam součástek pro modul osvětlení

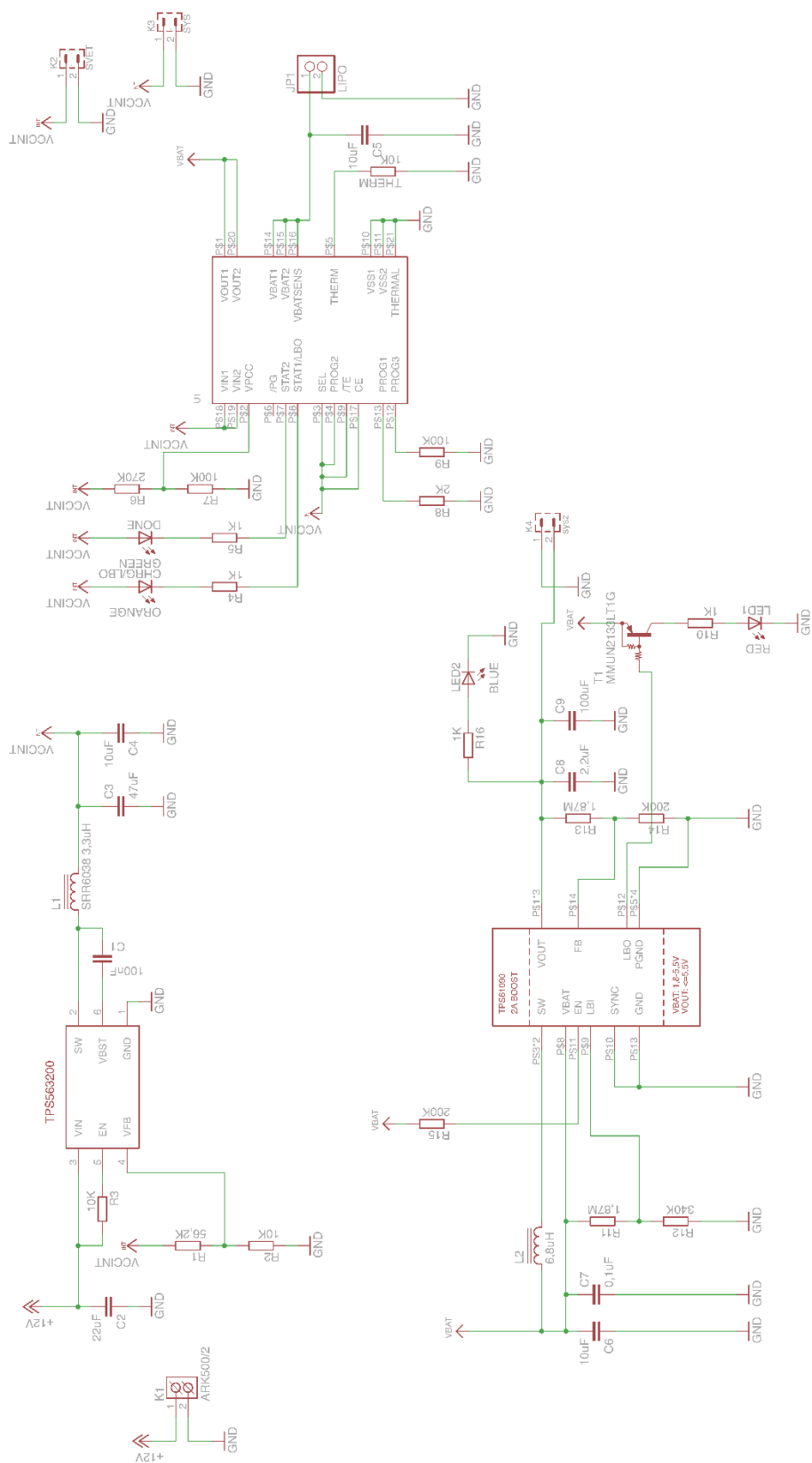
Příloha č. 7 - Seznam součástek napájecího modulu

Příloha č. 8 – Na přiloženém DVD se nachází veškeré zdrojové kódy v jazyce Python a Java, návrh desek v programu EAGLE, obraz SD karty a elektronická verze této práce

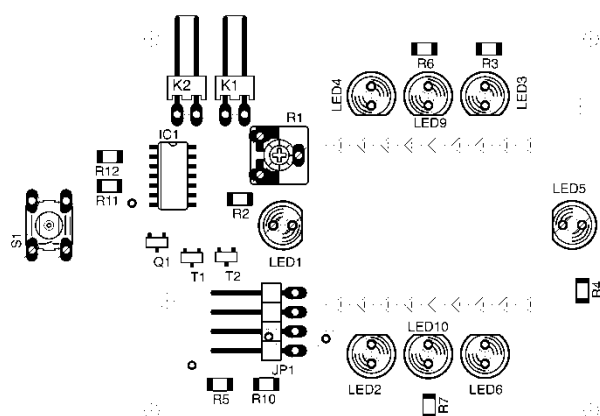
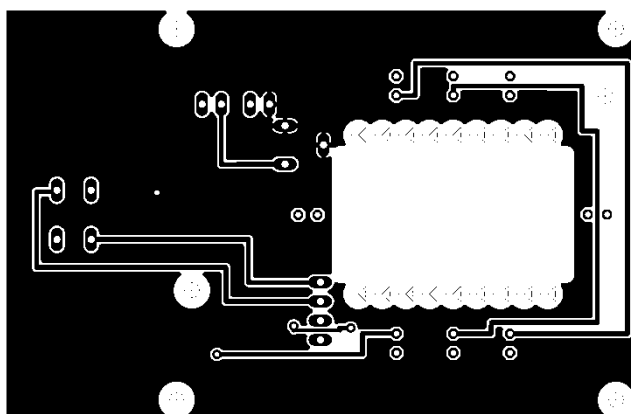
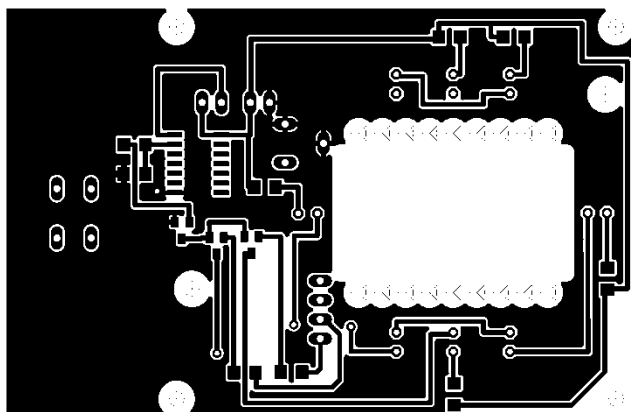
### Příloha č. 1 - Schéma zapojení modulu osvětlení se senzorem vnějšího osvětlení



## Příloha č. 2 - Schéma modulu napájení

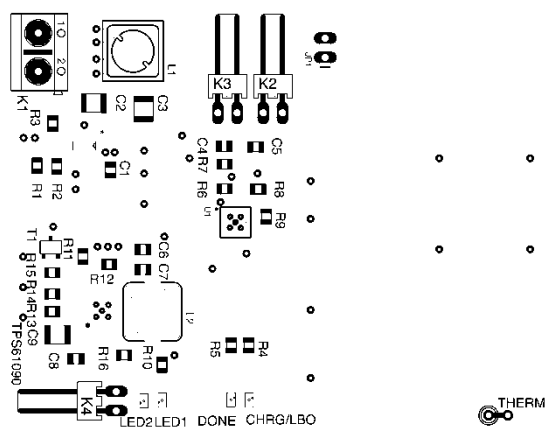
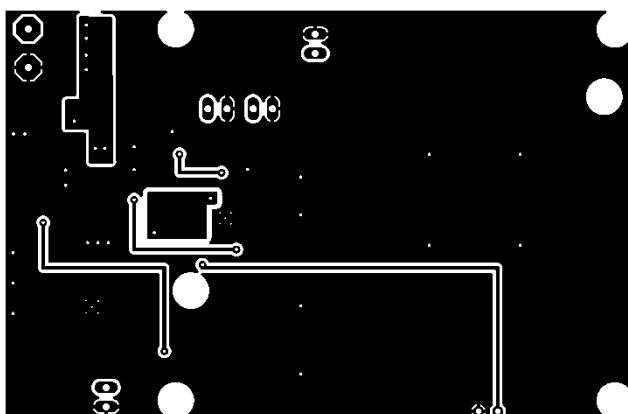
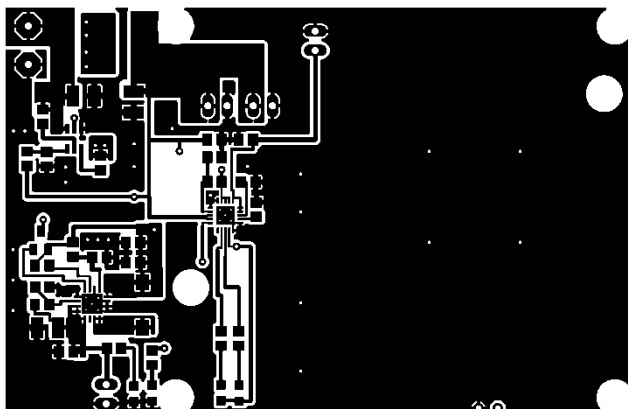


**Příloha č. 3 - Návrh zapojení desky osvětlení a osazovací plán**



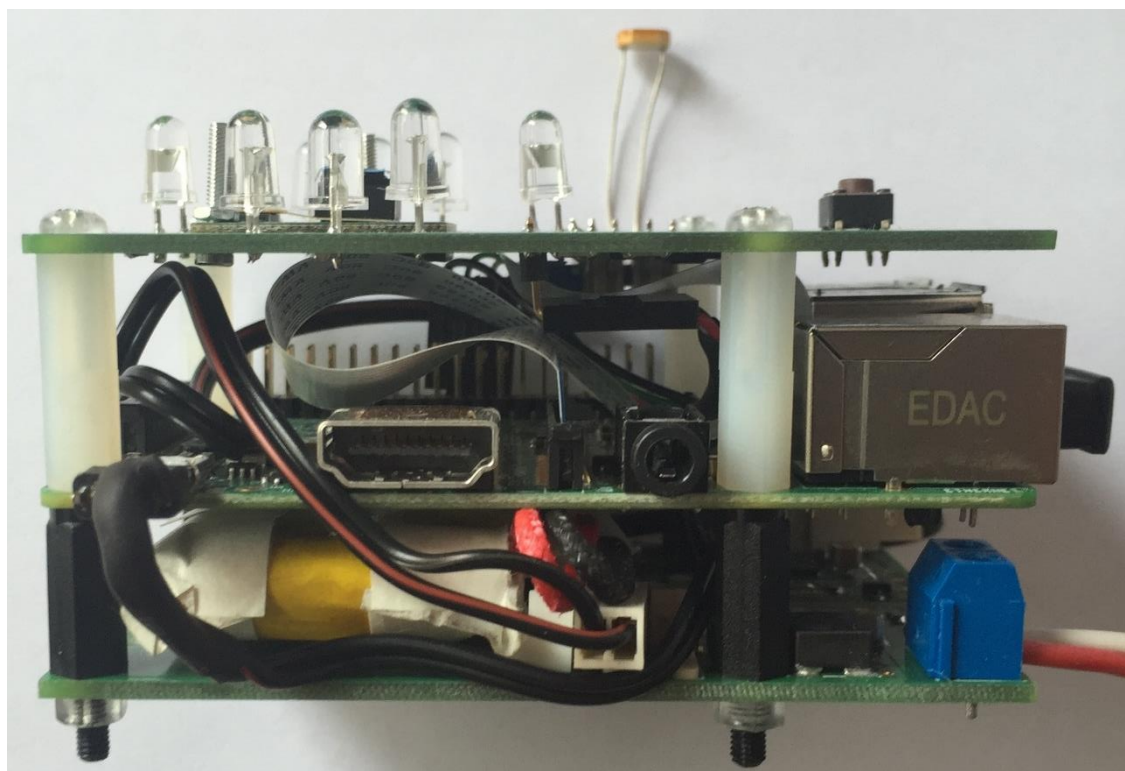
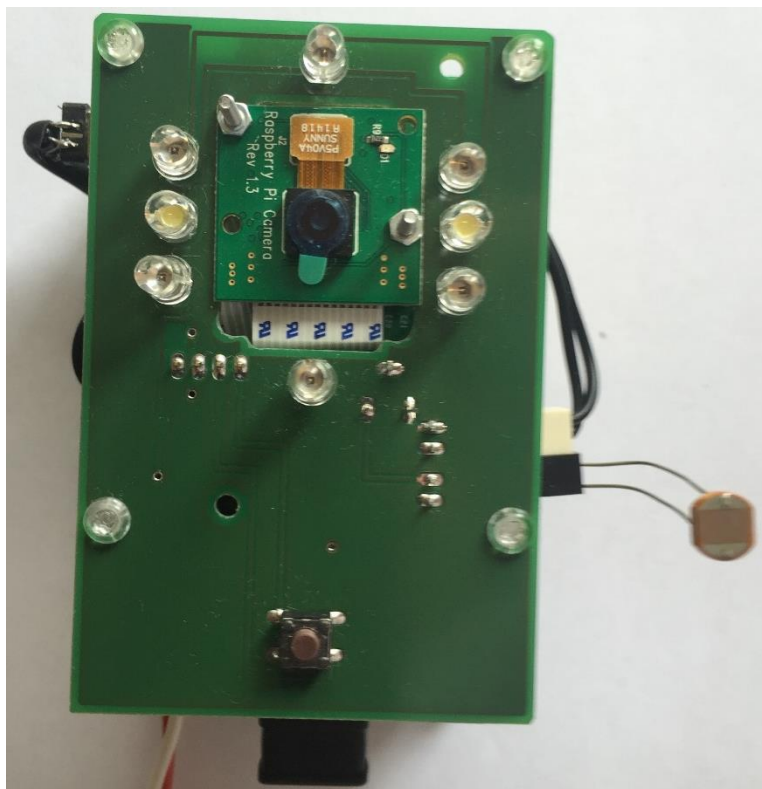
Rozměr desky 56.6 x 85.6 [mm], měřítko M1:1

Příloha č. 4 - Návrh zapojení desky napájení a osazovací plán



Rozměr desky 56.6 x 85.6 [mm], měřítko M1:1

Příloha č. 5 - Fotografie výsledného zařízení





**Příloha č. 6 - Seznam součástek pro modul osvětlení**

Označení	Hodnota	Pouzdro	Popis
IC1	74HC04	SO14	CMOS invertor
LED1	InfraRED LED	LED5mm	Infračervená dioda
LED2	InfraRED LED	LED5mm	Infračervená dioda
LED3	InfraRED LED	LED5mm	Infračervená dioda
LED4	InfraRED LED	LED5mm	Infračervená dioda
LED5	InfraRED LED	LED5mm	Infračervená dioda
LED6	InfraRED LED	LED5mm	Infračervená dioda
LED9	WhiteLED	LED5mm	Vysoce svítivá bílá dioda
LED10	WhiteLED	LED5mm	Vysoce svítivá bílá dioda
Q1	BSS138	SO23	MOSFET tranzistor
R1	500K	LI15	Trimr
R2	33R	1206	Rezistor
R3	33R	1206	Rezistor
R4	33R	1206	Rezistor
R5	1K	1206	Rezistor
R6	100R	1206	Rezistor
R7	100R	1206	Rezistor
R10	1K	1206	Rezistor
R11	15K	1206	Rezistor
R12	15K	1206	Rezistor
K1	-	02P	Konektor Fototranzistoru
K2	-	02P	Konektor pro napájení
JP1	-	04P	Signálový konektor
T1	BCW71	SOT23	Tranzistor
T2	BCW71	SOT23	Tranzistor
-	VT93N2	-	Fotorezistor

**Příloha č. 7 - Seznam součástek napájecího modulu**

Označení	Hodnota	Pouzdro	Popis
C1	100nF	0805	Kondenzátor
C2	22 $\mu$ F	1210	Kondenzátor
C3	47 $\mu$ F	1210	Kondenzátor
C4	10 $\mu$ F	0805	Kondenzátor
C5	10 $\mu$ F	0805	Kondenzátor
C6	10 $\mu$ F	0805	Kondenzátor
C7	0.1 $\mu$ F	0805	Kondenzátor
C8	2.2 $\mu$ F	0805	Kondenzátor
C9	100 $\mu$ F	1210	Kondenzátor
CHRG/LBO	LED	0805	Oranžová indikační LED dioda
DONE	LED	0805	Zelená indikační LED dioda
JP1	LIPO	-	Konektor baterie
K1	ARK500/2	AKR500/2	Konektor adaptéru
K2	SVET	02P	Konektor pro osvětlení
K3	SYS	02P	Konektor pro RPI bez zálohy napětí
K4	SYSZ	02P	Konektor pro RPI se zálohou napětí
L1	3.3 $\mu$ H	SRR6038	Cívka
L2	6.8 $\mu$ H	7447789004	Cívka
LED1	LED	0805	Červená indikační LED dioda
LED2	LED	0805	Modrá indikační LED dioda
R1	56.2K	0805	Rezistor
R2	10K	0805	Rezistor
R3	10K	0805	Rezistor
R4	1K	0805	Rezistor
R5	1K	0805	Rezistor
R6	270K	0805	Rezistor
R7	100K	0805	Rezistor
R8	2K	0805	Rezistor

R9	100K	0805	Rezistor
R10	1K	0805	Rezistor
R11	1.87M	0805	Rezistor
R12	340K	0805	Rezistor
R13	1.87M	0805	Rezistor
R14	200K	0805	Rezistor
R15	200K	0805	Rezistor
R16	1K	0805	Rezistor
T1	MMUN2133	SC59-BEC	Tranzistor
THERM	10K	0207/2V	Termistor
U1	TPS61090	VQFN16	TPS61090
U2	TPS563200	SOT95P280X145- 6N	TPS563200
U3	MCP73871	QFN20	MCP73871